

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL PARA
FRANGOS DE CORTE

CAMILLA ROANA COSTA DE OLIVEIRA

Zootecnista

RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2018

CAMILLA ROANA COSTA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL PARA
FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello - Orientador Principal

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues – Coorientador

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior – Coorientador

RECIFE – PE

FEVEREIRO – 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

O48a Oliveira, Camilla Roana Costa de.
Avaliação nutricional de farinhas de origem animal para frangos de corte /
Camilla Roana Costa de Oliveira. – Recife, 2018.
122 f.; il.

Orientador(a): Carlos Bôa-Viagem Rabello.
Coorientador(a): Paulo Borges Rodrigues, Wilson Moreira Dutra Júnior.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências.

1. Desempenho 2. Energia metabolizável 3. Equação de predição I. Rabello,
Carlos Bôa-Viagem, orient. II. Rodrigues, Paulo Borges, coorient. III. Dutra Júnior,
Wilson Moreira, coorient. IV. Título

CDD 664

CAMILLA ROANA COSTA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FARINHAS DE ORIGEM ANIMAL PARA
FRANGOS DE CORTE**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 26 de fevereiro de 2018.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Presidente

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof^ª. Dr^ª. Janete Gouveia Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof^ª. Dr^ª. Claudia da Costa Lopes
Universidade Federal do Amazonas

RECIFE – PE

BIOGRAFIA DO AUTOR

Camilla Roana Costa de Oliveira, filha de Francisco de Assis de Oliveira e Maria de Fátima Medeiros Costa, nasceu em Natal-RN, no dia 29 de outubro de 1986. Iniciou a graduação em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte em agosto de 2005, onde inicialmente foi bolsista do projeto sistema de produção familiar em avicultura caipira, em seguida, foi monitora bolsista das disciplinas de avicultura I e II e aluna voluntária de Iniciação Científica, recebendo o título de Zootecnista em julho de 2010. A partir de agosto de 2010, iniciou as atividades no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco na área de Produção de Não Ruminantes. Em 31 de julho de 2012 submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”. De 2012 a 2014 trabalhou como extensionista rural na área de avicultura caipira no estado do Rio Grande do Norte. Em março de 2014 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na área de concentração em Produção de Não Ruminantes, da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Em 26 de fevereiro de 2018 defendeu sua tese de doutorado.

DEDICO

Aos meus pais,

Assis e Fátima

Pelo amor, dedicação e apoio incondicional. Amo muito vocês.

Aos meus avós,

Terezinha e José Paulo

Pelo apoio, carinho e ensinamentos.

A minha irmã,

Candici

Pela compreensão, companheirismo e carinho.

A minha sobrinha,

Lívia

Pela amizade, afeto e brincadeiras.

Ao meu esposo,

Kawhan

Por seu incentivo, companheirismo e empenho durante essa jornada

Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for.

O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar presente em minha vida, pelas graças recebidas e por ser lâmpada para os meus pés e luz para o meu caminho.

A minha família por sempre me incentivar e apoiar.

Ao meu esposo, Kawhan Andrade pelo companheirismo, segurança, por entender minha ausência e me apoiar nos momentos difíceis.

Ao Professor Carlos Bôa-Viagem Rabello pela orientação, confiança e paciência, pelas oportunidades que me foram dadas e toda dedicação ao nosso trabalho.

Aos professores Wilson Moreira Dutra Junior e Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, pela atenção e apoio, pela oportunidade de desenvolvimento profissional, incentivo, ensinamentos e críticas construtivas.

A professora Janete Gouveia de Souza pelos seus ensinamentos, amizade, pelas várias oportunidades que me deu e por me permitir ingressar no âmbito da pesquisa.

A professora Cláudia da Costa Lopes pelos ensinamentos, amizade, ajuda nas análises e por sua disponibilidade sempre que precisei.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, por ter possibilitado a realização do curso de Doutorado.

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

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) pela colaboração científica e apoio financeiro.

Aos companheiros de batalha, alunos de iniciação científica e de pós-graduação que me auxiliaram e contribuíram para esta pesquisa: Daniela Pinheiro, Dayane Albuquerque, Roberta Andrade, Maria Fernanda, Jamile Sheila, Bruna Santos, Paulo Sérgio, Bruno

Araújo, Almir Silva, Gabriel Macambira, Elainy Soares, Waleska Medeiros, Rogério Ventura, Sharlane Holanda, Janaína Arandas, Nataly Ribeiro, Liliane Palhares, Cadeau, Guilherme Rodrigues, Marcos José, Sr. Pedro e a todos os que passaram pelo aviário e me ajudaram de alguma forma nos experimentos. Sem vocês não seria possível essa pesquisa!

As minhas queridas colegas de apartamento durante esses anos em Recife: Karine Camargo, Fernanda Dantas, Juliana Paula e Glaucia Morais, aprendi muito com cada uma de vocês!

A Stela Antas, por toda ajuda, dedicação e amizade, por seu companheirismo e alegria contagiante.

A Elainy Lopes, que me ajudou de todas as formas que alguém pode ser ajudado, uma verdadeira irmã para mim.

As minhas grandes amigas e parceiras de aventuras: Tayara Soares, Andreza Marinho, Jaqueline Cássia, Claudia Lopes e Elainy Lopes, obrigada pelos anos inesquecíveis de convivência, cumplicidade, amizade e muitos momentos eternizados, tornando a minha vida mais suave e repleta de alegria. Somos uma verdadeira equipe!

Ao concluir este trabalho, agradeço sinceramente a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para sua efetivação.

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas	x
Resumo geral	xii
Abstract	xiv
Considerações iniciais	01
Capítulo 1 – Referencial teórico	03
Referências bibliográficas	22
Capítulo 2 – Composição nutricional, determinação e predição de valores energéticos de farinhas de origem animal para frangos de corte	29
Resumo	30
Abstract.....	31
Introdução	32
Material e Métodos	33
Resultados.....	37
Discussão.....	39
Conclusões	45
Referências	46
Tabelas.....	50
Capítulo 3 – Equações de predição para valores energéticos de farinhas de origem animal obtidas utilizando meta-análise.....	56
Resumo	57
Abstract.....	58
Introdução	59
Material e Métodos	60
Resultados	63
Discussão	65
Conclusões	68
Referências	69
Tabelas.....	72

Capítulo 4 – Validação de equações de predição para valores energéticos de farinhas de origem animal para frangos de corte.....	75
Resumo	76
Abstract.....	77
Introdução	78
Material e Métodos	79
Resultados	84
Discussão	86
Conclusões	91
Referências	92
Tabelas.....	94
Considerações finais	105

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

	Página
1.Composição centesimal e nutricional das rações referência utilizadas nas fases pré inicial, inicial e crescimento.....	50
2. Composição química e aminoacídica em base de matéria natural, das farinhas de vísceras de aves e das farinhas de carne e ossos utilizadas no experimento.....	51
3. Valores de energia metabolizável (EMA) e (EMAn) coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), e energia bruta (CMEB) de farinhas de origem animal em três idades das aves, expressos na matéria natural.....	52
4. Coeficientes de digestibilidade ileal da matéria seca (CDIMS), proteína bruta (CDIPB), matéria seca digestível (MSD) e proteína bruta digestível (PBD) de farinhas de origem animal em três idades das aves.....	53
5. Análise de correlação de Pearson entre valores energéticos e os componentes químicos da farinha de vísceras de aves.....	54
6. Análise de correlação de Pearson entre valores energéticos e os componentes químicos da farinha de carne e ossos.....	54
7. Equações de predição dos valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) das farinhas de origem animal em função da composição química nas diferentes fases.....	55

Capítulo 3

1.Estatística descritiva do banco de dados da farinha de vísceras (FVA) de aves utilizado na meta-análise.....	72
2.Estatística descritiva do banco de dados da farinha de carne (FCO) e ossos utilizado na meta-análise.....	72
3. Análise de correlação de Pearson entre os valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) e os componentes químicos da farinha de vísceras de aves.....	73

4. Análise de correlação de Pearson entre valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) e os componentes químicos da farinha de carne e ossos.....	73
5. Equações de predição dos valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) das farinhas de origem animal (FOA), em função da composição química.....	74

Capítulo 4

1 Composição centesimal e nutricional das dietas pré-iniciais de 1 a 7 dias de idade...	94
2. Composição percentual e valores nutricionais das dietas iniciais, de 8 a 21 dias de idade.....	95
3. Composição percentual e valores nutricionais das dietas de crescimento, de 22 a 35 dias de idade.....	96
4. Composição percentual e valores nutricionais das dietas finais, de 36 a 42 dias de idade.....	97
5. Composição físico-química e aminoacídica total, em base de matéria natural, da farinha de vísceras de aves e farinha de carne e ossos utilizadas no experimento.....	98
6. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo farinhas de origem animal.....	99
7. Rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo farinhas de origem animal.....	100
8. Peso e rendimento de órgãos e gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações contendo farinhas de origem animal.....	101
9. Balanço de nitrogênio (BN), valores energéticos (EMA, EMAn) e coeficientes de metabolizabilidade (CMMS, CMPB, CMEB) das rações contendo farinhas de origem animal nas fases de 1 a 7 e de 1 a 21 dias das aves.....	102
10. Balanço de nitrogênio (BN), valores energéticos (EMA, EMAn) e coeficientes de metabolizabilidade (CMMS, CMPB, CMEB) das rações contendo farinhas de origem animal nas fases de 22 a 35 e de 36 a 42 dias das aves.....	103
11. (EMAn) calculada das rações com farinhas de origem animal (FVA e FCO) de acordo com os modelos de predição, e a diferença entre os valores determinados na matéria seca.....	104

RESUMO GERAL

Objetivou-se determinar a composição química e energética de farinhas de origem animal, e contribuir com o conhecimento sobre o potencial de uso de equações de predição utilizando o princípio da meta-análise para a predição de valores energéticos da farinha de vísceras de aves (FVA) e da farinha de carne e ossos (FCO), e avaliar o efeito desses ingredientes sobre o desempenho, metabolizabilidade de nutrientes e rendimento de carcaça de frangos de corte. Para isso, foram realizados dois experimentos sendo um ensaio de metabolismo nas fases pré-inicial (1 a 8 dias), inicial (14 a 22 dias) e crescimento (28 a 36 dias), com 840 frangos de corte Cobb 500, criados em piso até atingirem a idade proposta para os ensaios, quando foram alojados em gaiolas metabólicas, e utilizado o método de coleta parcial de excretas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 7 tratamentos, e seis repetições com 10, 6 e 4 aves nas respectivas fases experimentais. Os tratamentos foram uma dieta referência e seis dietas teste compostas de 80% da ração referência mais 20% de um dos alimentos teste (FVA 1, 2 e 3 e FCO 1, 2 e 3), com os resultados do experimento, foram elaboradas equações de predição da EMAn das farinhas por meio de regressões múltiplas e do método backward. Os valores de EMAn das FVA variaram de 3189,7 a 3342,9 kcal/kg, e para as FCO esses valores foram de 2292,1 a 2345,4 kcal/kg. Logo após esse experimento, Foi realizada uma meta-análise de estudos sobre os valores de EMAn e composição química dos alimentos: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), Energia bruta (EB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fosforo (P). Também foram catalogados e formados grupos de acordo com o sexo e idade das aves. Foram analisadas as correlações químicas e utilizado o modelo de regressão linear múltipla com procedimento de Stepwise para estudar a associação entre as variáveis. As melhores equações, de acordo com os coeficientes de determinação para estimar a EMAn da FVA e da FCO são

respectivamente: $EMAn = 6139 - 45,5 PB + 0,356 EB - 123,5 MM$ com R^2 de 83,02% e $EMAn = 2267 + 19,9 PB + 67,9 EE - 44,4 MM$ com R^2 de 90,21%. Para validar as equações propostas na tese, e avaliar o uso das farinhas de origem animal sobre o desempenho de frangos de corte, realizou-se um experimento de desempenho concomitante a um metabolismo onde foram utilizados 648 frangos distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (2 farinhas de origem animal, FVA e FCO e 3 métodos de predição da energia metabolizável dessas farinhas A B e C). Sendo as dietas A, formadas por equações de predição elaboradas a partir de dados de ensaio de metabolismo anterior, dietas B, formadas por equações de predição obtidas por meta-análise dos dados de composição química das farinhas determinados em experimentos realizados no Brasil, e dietas C, elaboradas por valores tabelados por Rostagno et al. (2011). Para as variáveis de desempenho na fase de 1 a 7 dias, o consumo de ração foi maior para as dietas contendo FVA; as dietas A B e C, não afetaram o ganho de peso dos animais, já a conversão alimentar (CA) foi melhor para as dietas com a FCO. A metabolizabilidade dos nutrientes em todas as fases foi significativa para o fator farinha, tendo maiores resultados para a (FCO). Comparando as diferenças entre os valores de EMAn predita e determinada o modelo que melhor estimou a EMAn da (FVA) e da (FCO) foi o modelo (A) que leva em consideração a idade da ave. Esses resultados mostram a importância do conhecimento da composição química dos alimentos para utilizar a EMAn apropriada e formular rações adequadas ao nível de energia exigido pela ave, sem excessos, minimizando o custo da ração.

Palavras Chave- desempenho, energia metabolizável, equação de predição

ABSTRACT

The objective was to determine the chemical and energetic composition of flours of animal origin and contribute to the knowledge about the potential of using prediction equations using the meta-analysis principle for the prediction of energetic values of poultry offal meal (POM) and meat and bone meal (MBM), and to evaluate the effect of these ingredients on the performance, nutrient metabolizability and carcass yield of broilers. For this, two experiments, being a test of metabolism in the pre-initial (1 to 8 days), initial (14 to 22 days)) and growth (28 to 36 days), with 840 broiler chickens, Cobb 500 reared up to the age proposed for the trials when housed in metabolic cages, and using the partial excreta collection method. The experimental design was completely randomized with 7 treatments, and six replicates with 10, 6 and 4 birds in the respective experimental phases. The treatments were a reference diet and six test diets composed of 80% of the reference feed plus 20% of one of the test foods (POM 1, 2 and 3 and MBM 1, 2 and 3), with the results of the experiment, equations were elaborated to predict AMEn of the flours by means of multiple regressions and the backward method. AMEn values of POM varied from 3189.7 to 3342.9 kcal / kg, and for MBM these values were from 2292.1 to 2345.4 kcal / kg. After this experiment, a meta-analysis was performed on the AME values and chemical composition of the foods: crude protein (CP), ethereal extract (EE), crude energy (CE), mineral matter (MM), calcium Ca) and phosphorus (P). Groups were also cataloged and formed according to the sex and age of the birds. The chemical correlations were analyzed and the multiple linear regression model was used with Stepwise procedure to study the association between the variables. The best equations, according to the determination coefficients to estimate the AMEn of the POM and the MBM are respectively: $AMEn = 6139 - 45.5 CP + 0.356 CB - 123.5 MM$ with R² of 83.02% and $AMEn = 2267 + 19.9 CP + 67.9 EE - 44.4 MM$ with R² of 90.21%. In order

to validate the equations proposed in the thesis, and to evaluate the use of animal meal on the performance of broiler chickens, a performance experiment was carried out concomitant with a metabolism in which 648 chickens were distributed in a completely randomized outline factorial 2 x 3 (2 animal meal, POM and MBM and 3 methods to predict the metabolizable energy of these flours A, B and C). As the diets A, formed by prediction equations elaborated from previous metabolism test data, diets B, formed by prediction equations obtained by meta-analysis of the data of chemical composition of the flour determined in experiments carried out in Brazil, and diets C, elaborated by values tabulated by Rostagno et al. (2011). For the performance variables in the 1 to 7 days phase, the feed intake was higher for the POM-containing diets; the diets A B and C did not affect the animals' weight gain, since feed conversion (FC) was better for MBM diets. The metabolizability of the nutrients at all stages was significant for the flour factor, with higher results for the MBM. Comparing the differences between the predicted and estimated AMEn values, the model that best estimated the AMEn of POM and MBM was the model (A) that takes into account the age of the bird. These results show the importance of knowing the chemical composition of the food to use the appropriate EMAn and formulate adequate rations at the level of energy required by the bird, without excess, minimizing the cost of the ration.

Keywords- metabolizable energy, performance, prediction equation

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O desenvolvimento do setor avícola brasileiro se deve aos avanços tecnológicos do melhoramento genético, manejo, sanidade, e principalmente da nutrição, que possibilitou ao Brasil ocupar a segunda colocação como produtor mundial desde 2015 e de maior exportador de carne de frango desde 2004. Esse progresso na avicultura, fez com que surgissem aves com rápido crescimento e que necessitam de rações equilibradas nutricionalmente para expressar o seu potencial produtivo.

Em decorrência dessa expansão, a demanda de matérias-primas para produção de ração aumentou, como também a produção de resíduos gerados na pecuária e na indústria avícola pelo aumento do número de abates. Esses subprodutos podem ser aproveitados na dieta de frangos de corte para reduzir o preço da ração, que representa cerca de 70% do custo total de produção, pois substitui parcialmente o farelo de soja da dieta, além disso uma produção sustentável tem como objetivo produzir de modo eficiente e com o menor impacto ambiental possível.

Os ingredientes de origem animal frequentemente utilizados em dietas de frangos de corte são a farinha de vísceras de aves (FVA) e a farinha de carne e ossos (FCO), diante da larga utilização dessas farinhas nas dietas das aves é necessário avaliar seus nutrientes e a utilização de energia desses ingredientes pelas aves.

A variação entre resultados descritos na literatura confirma a importância desse estudo e da avaliação energética e química, principalmente de alimentos de origem animal tendo em vista a influência na formulação de dietas e no desempenho de diversas espécies de interesse zootécnico. Dessa forma, várias pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de conhecer, atualizar e tornar precisos os valores nutricionais desses alimentos atualizando as tabelas existentes, tornando-as completas e com valores acurados, entretanto, a composição química desses alimentos não é a única responsável pela

variabilidade dos resultados de energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), a metodologia experimental e as características relativas à espécie animal também influenciam no valor energético do alimento.

O procedimento biológico necessário para determinar a EMAn dos alimentos é demorado e oneroso, portanto, o desenvolvimento de técnicas para determinar os valores energéticos de alimentos tem sido bastante considerável nos últimos anos. As equações de predição tem potencialidade para substituir o uso de tabelas na estimação dos valores de EMAn dos alimentos, baseada nos seus valores de composição química obtidos por meio de meta-análise de dados da literatura, isso sugere novas frentes de pesquisas, direcionadas a elaboração de rações mais adequadas às necessidades das aves.

A aplicabilidade das equações de predição já é conhecida na literatura, porém existe a necessidade de validação *in vivo* dessas equações por meio de testes de digestibilidade e de desempenho em frangos de corte.

Esta tese é composta por quatro capítulos, sendo o primeiro deles correspondente ao referencial teórico, que discute informações referentes ao processamento, composição química, métodos de determinação da EMAn e utilização das farinhas de origem animal na alimentação de frangos de corte. No capítulo 2 são descritos os resultados referentes à composição química, avaliação energética das farinhas de vísceras de aves e de carne e ossos para frangos de corte e equações de predição da EMAn obtidas com esses dados. O capítulo 3 aborda o desenvolvimento de equações de predição da EMAn pela meta-análise de dados de composição química das farinhas de origem animal obtidos na literatura. No capítulo 4 são descritos e discutidos os resultados obtidos no desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo farinhas de origem animal, que foram formuladas com as equações de predição obtidas no capítulo 2 e 3 desta tese. Todos os artigos foram redigidos conforme as normas da revista *Poultry Science*.

CAPÍTULO 1
REFERENCIAL TEÓRICO

Avaliação nutricional de farinhas de origem animal para frangos de corte

1. Farinhas de origem animal

Os ingredientes de origem vegetal são a principal fonte de nutrientes para alimentação de frangos de corte, porém, o ritmo acelerado de crescimento da avicultura não pode ser mantido pelo atual volume de produção agrícola em todo o mundo, portanto, explorar e utilizar recursos de alimentação que possuem proteína de qualidade e que não podem ser consumidos por humanos é necessário (Ahmad et al., 2017).

As fontes proteicas utilizadas nas rações de frangos de corte, correspondem a aproximadamente 25% do custo total da produção, diante disso, para aumentar a viabilidade econômica da criação, têm sido utilizados ingredientes que propiciem um bom desempenho produtivo, e a diminuição dos custos, como as farinhas de origem animal.

A utilização de subprodutos de abatedouros, como a farinha de vísceras de aves e a farinha de carne e ossos, como fonte de proteína e fósforo para rações, reduz os custos da dieta, uma vez que esses produtos substituem parcial ou totalmente alguns ingredientes de custo expressivo como o farelo de soja, e no caso da farinha de carne e ossos, também o fosfato bicálcico (Scheuermann et al., 2007).

Além disso, esse aproveitamento de resíduos, diminui o impacto ambiental do seu descarte, que se não for devidamente gerido, as vísceras das aves lançadas no ambiente, são vetores para insetos, parasitas, bactérias e vírus, o que pode resultar em contaminação da água, por lixiviação de nutrientes e microorganismos patogênicos, e poluição do ar, por gases nocivos (FAO, 2011).

2. Farinha de vísceras de aves

A farinha de vísceras de aves (FVA) é uma das fontes mais importantes de proteína animal utilizada nas dietas de animais domésticos, juntamente com farinha de carne e ossos, farinha de sangue, farinha de penas e farinha de peixe (Meeker et al., 2006).

A farinha de vísceras de aves é o produto resultante da cocção, prensagem e moagem de vísceras de aves, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés. Não deve conter penas, exceto aquelas que podem ocorrer não intencionalmente, nem resíduos de incubatório, bem como ser isento de materiais estranhos à sua composição e microrganismos patogênicos (Compêndio, 2013).

Watson, (2006), define a FVA como as partes limpas da carcaça de aves abatidas contendo pescoços, cabeças, pés, ovos não desenvolvidos, moelas e intestinos (desde que seu conteúdo seja removido), sem penas (exceto nas quantidades que possam ocorrer inevitavelmente em boas práticas de processamento). A farinha de vísceras de aves também pode ser obtida a partir de galinhas poedeiras de final da produção, principalmente em áreas onde não há mercado para essas galinhas abatidas (Kersey et al., 1997)

Geralmente, é um ingrediente alimentício palatável e de alta qualidade devido ao seu conteúdo em aminoácidos essenciais, ácidos graxos, vitaminas e minerais. Além de seu uso para aves, é altamente procurado pelas indústrias de alimentos para animais e aquicultura (Meeker et al., 2006).

2.1- Processamento da farinha de vísceras

O processamento da FVA requer várias etapas, inicialmente, as vísceras são coletadas e podem ser estabilizadas por meio de fermentação com melão ou grão de cevada, esta operação reduz o pH e inibe o desenvolvimento bacteriano e viral (Cai et al., 1994).

A estabilização também pode ser alcançada com tratamentos ácidos ou básicos, como com a utilização dos ácidos sulfúrico ou fosfórico, que são eficazes na preservação dos resíduos de aves. As vísceras das aves estabilizadas (ou não) são cozidas, e secas até

8% de umidade, quando a farinha resultante contém acima de 16% de gordura, pode ocorrer problemas de rancificação durante o armazenamento, sendo assim, a extração da gordura é recomendada e produz uma farinha de 10% a 12% de gordura (El Boushy et al., 2000).

Os resíduos das indústrias de abate de aves e produção de ovos devem ser processados com eficiência, pois o crescimento dessas indústrias depende em grande parte da gestão desses resíduos (Jayathilakan et al., 2012).

2.2- Composição química da farinha de vísceras de aves

O conteúdo de nutrientes da FVA pode ser bastante variável de acordo com o substrato que está sendo processado, tem um perfil adequado de aminoácidos essenciais disponíveis e é rico em cálcio, fósforo e vitamina B₁₂ (Dale et al., 1993; NRC, 1994; Cao e Adeola, 2016).

Diversas pesquisas tem sido realizadas para caracterizar esse ingrediente frente às oscilações oriundas da materia prima e das diversas metodologias empregadas no processamento. Algumas iniciativas podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e energética de farinha de vísceras de aves

Fontes	PB	EE	EB	MM	CA	P	Na	Cl	K	EMAn
	%									Kcal/kg
NRC 1994	60,0	13,0	---	---	3,0	1,8	0,4	0,5	0,6	2950
TBSA 2005	57,0	13,8	4661	14,9	4,0	2,6	0,39	0,51	0,53	3259
TBSA 2011	57,6	14,1	4750	15,1	4,3	2,5	0,39	0,51	0,52	3241
TBSA 2017	57,7	14,2	4750	15,2	4,3	2,5	0,39	0,51	0,52	3241

NRC, Nutrient Requirements of Poultry;

TBSA, Tabela Brasileira de Suínos e Aves; Rostagno et al. (2005; 2011; 2017).

As informações de composição de alimento estabelecidas no exterior, principalmente nos Estados Unidos e Europa, foram utilizadas por muito tempo para formulação de rações em diversas regiões, mas a necessidade de melhor produtividade dos rebanhos requer formulações de dietas precisas e, assim, gerou-se a busca pelo aprimoramento nas tecnologias (Silva et al.,2011). Neste sentido, Rostagno et al. (2017) publicaram suas Tabelas de Composição de Alimentos, a qual traz as informações referentes à farinha de vísceras de aves que são constantemente atualizadas.

O conteúdo de energia metabolizável (EMA), proteína, minerais, extrato etéreo, e a qualidade e digestibilidade de aminoácidos da farinha de vísceras são afetados por muitos fatores, tais como matéria prima, métodos de processamento do produto, níveis de alimentação e métodos de medição digestibilidade (Dale et al., 1993; Cao e Adeola, 2016).

Enquanto proteínas, umidade, gordura e outros componentes podem ser rapidamente determinados por análises próximas, a determinação da energia metabolizável requer ensaios mais elaborados.

Pesti et al. (1986) relataram uma alta correlação negativa entre EMAN e teor de matéria mineral e cálcio e uma alta correlação positiva entre EMAN e energia bruta.

2.3- Utilização da farinha de vísceras na ração de frangos de corte

Na literatura encontram-se vários trabalhos científicos com diferentes recomendações quanto ao nível ótimo de inclusão deste ingrediente nas dietas de frangos de corte, essa falta de consenso nos resultados tem sido atribuída à variabilidade na composição das farinhas e aos diferentes critérios adotados nas formulações.

Contudo, alguns trabalhos apresentam resultados positivos como Ahmad et al. (2017) onde os autores verificaram que os níveis de inclusão da farinha de vísceras em

(4%, 5%, 6% ou 7%) não apresentaram efeito significativo no desempenho e no rendimento de carcaça das aves. Sahraei et al. (2012) adicionaram farinha de vísceras de aves em 3%, 6% e 9% nas dietas de frangos de corte e também não observaram diferenças significativas no desempenho e no peso da carcaça aos 46 dias de idade, esses resultados, são condizentes com os resultados de Samli et al. (2006) ; Mohammadi et al. (2011) e Jafari et al. (2011), onde a inclusão de 9% e 10% da farinha de vísceras de aves nas dietas não prejudicou o desempenho dos frangos.

Os trabalhos de Bellaver et al. (2005) e Carvalho et al. (2012) avaliaram a farinha de vísceras de aves na ração de frangos de corte dos 8 aos 35 dias incluída na ração em 4% e 5% respectivamente e observaram que o uso desse ingrediente não comprometeu o desempenho das aves nessa fase, porém aos 42 dias Bellaver et al. (2005) verificou que os animais que consumiram as farinhas de origem animal apresentaram menores pesos médios em comparação aqueles que receberam as dietas à base de produtos de origem vegetal.

Cancherini et al. (2005) utilizando 6% de farinha de vísceras de aves na dieta formulada em base de proteína ideal, as aves na fase de 1 a 21 dias apresentaram ganho de peso significativamente superior (128g a mais) àquelas que receberam a dieta contendo farinha de sangue. Bellaver et al. (2001) também verificaram melhor desempenho para as aves alimentadas com farinha de vísceras de aves, essa superioridade no ganho de peso foi atribuída pelos autores ao melhor balanceamento dos aminoácidos oferecidos com a inclusão de 7,37% de farinha na dieta com suplementação dos aminoácidos sintéticos, metionina e lisina.

Com a inclusão de de 5,3% e 6,5% de farinha de vísceras de aves na dieta de frangos de corte, Silva et al. (2014) observaram que o desempenho zootécnico das aves e o rendimento de carcaça e cortes nobres foram maximizados por esses níveis, contudo, a

inclusão de 12% da farinha de vísceras proporcionou maior deposição de gordura abdominal, assim como visto por Hassanabadi et al. (2008) que verificaram que a inclusão de farinha de vísceras em dietas à base de milho e soja aumentou a deposição de gordura pelas aves.

3. Farinha de carne e ossos

A farinha de carne e ossos (FCO) é um ingrediente amplamente utilizado em dietas para frangos de corte e poedeiras comerciais, atuando como redutor nos custos de formulações proporcionando uma menor inclusão de fosfatos inorgânicos e a substituição parcial do farelo de soja, por ser um ingrediente rico em proteína bruta, cálcio e fósforo (Faria filho et al., 2002).

Segundo Lesson e Summers (1997), para cada tonelada de carne preparada para o consumo humano, cerca de 300 kg são descartados como produtos não comestíveis, e desses, aproximadamente 200 kg se transformam em farinha de carne, o que diminui a poluição ambiental.

A farinha de carne e ossos é considerada uma excelente fonte de proteína para fornecer aminoácidos essenciais, especialmente lisina e treonina, minerais e vitaminas B, contudo, devido à natureza das matérias-primas, à relação da composição e às condições de processamento, tais como o tempo e a temperatura, a qualidade das amostras da farinha de carne e ossos disponíveis varia, dificultando a determinação precisa do seu valor nutritivo (Perai et al., 2010).

3.1- Processamento da farinha de carne e ossos

O resíduo do matadouro consiste na porção de um animal abatido que não pode ser vendido como carne ou usado em produtos à base de carne, esses resíduos incluem ossos,

tendões, pele, conteúdo do trato gastrointestinal, sangue e órgãos internos (Jayathilakan et al., 2012).

O processo básico de produção da farinha de carne e ossos consiste na colheita dos resíduos não comestíveis do abate animal, os quais devem ser isentos de materiais estranhos à sua composição e microrganismos patogênicos. Os materiais coletados que tenham mais do que 5 cm devem ser triturados e então processados em digestores para cocção com pressão, por tempo variável dependendo do processo, sendo a gordura drenada, prensada ou centrifugada e o resíduo sólido moído na forma de farinha com especificações de granulometria variáveis (Bellaver et al., 2005).

A utilização eficiente dos subprodutos da indústria da carne é imprescindível para a rentabilidade, estima-se que 11,4% da receita bruta de carne bovina e 7,5% da receita de carne suína, nos Estados Unidos, provêm dos subprodutos da carne (Davis et al., 2015). Além de fornecer um destino adequado aos resíduos gerados pelas indústrias energéticas e abatedouros (Eyng et al., 2011).

3.2- Composição química da farinha de carne e ossos

A farinha de carne e ossos é um produto altamente variável em termos de aminoácidos, teor de cálcio e fósforo (Hendriks et al., 2004; Robbins e Firman, 2005). Contém quase 100% de fósforo disponível e 90% lisina e metionina disponível (Sell e Jeffrey, 1996 ; Wang e Parsons, 1998); A farinha de carne e ossos contém de 4 a 5% de fósforo total (Jeng et al., 2006).

Wang e Parsons. (1998), analisaram o teor de nutrientes de 32 amostras de farinhas de carne e ossos de diferentes fornecedores e verificaram uma variação na proteína de 40 a 60%, na matéria mineral de 20 a 47% e na EMA 2.250 a 2.850 kcal / kg.

A digestibilidade e disponibilidade de nutrientes e energia na FCO variam dependendo da fonte e das técnicas de processamento e embora as composições químicas possam desempenhar um papel importante nos valores energéticos da farinha de carne e ossos, as interações entre os diferentes componentes desse ingrediente podem ter uma influência significativa na utilização de energia (Adedokun et al, 2014), o que torna difícil determinar os valores nutritivos para alimentação e formulação (Perai et al., 2010).

Por isso o estudo do valor nutricional e energético dos ingredientes deve ser constante, para atualizar as tabelas de composição de alimentos, atender, com precisão, às exigências das aves e otimizar o desempenho zootécnico.

Na Tabela 2 temos os dados da composição química da farinha de carne e ossos relatados em diferentes tabelas.

Tabela 2. Composição química e energética da farinha de carne e ossos

Fontes	PB	EE	EB	MM	CA	P	Na	Cl	K	EMAn
	%									Kcal/kg
NRC 1994	50,4	10,0	---	---	10,3	5,1	0,70	0,69	1,43	2150
TBSA 2005 45%	44,5	13,2	3692	31,0	9,55	4,9	0,70	0,63	0,66	2445
TBSA 2011 44%	43,5	12,4	3490	36,1	12,2	6,1	0,70	-	-	2177
TBSA 2017 43%	42,6	12,5	3422	36,1	11,3	6,2	0,58	0,62	0,55	2124

NRC, Nutrient Requirements of Poultry;

TBSA, Tabela Brasileira de Suínos e Aves; Rostagno et al. (2005; 2011; 2017).

As FCO são classificadas de acordo com o teor de proteína bruta e, segundo Rostagno et al. (2017), podem apresentar variações de 38 a 63% do percentual proteico. O principal fator de variação na produção de farinha de carne e ossos é o percentual de ossos na mistura. Quanto maior o uso desses, menor será o percentual de proteína e de

energia bruta, conseqüentemente, maior será o teor de matéria mineral. (Troni et al., 2016).

Dale (1997); Wang e Parson, (1998); Shirley e Parsons (2001) verificaram que a proteína bruta e a energia bruta diminuem quando a concentração de matéria mineral (MM) aumenta e, à medida que a concentração de MM aumenta, o conteúdo de cálcio e fósforo cresce.

À medida que o teor de matéria mineral aumenta, diminui a concentração de aminoácidos digestíveis o que resulta em diminuição da digestibilidade da farinha e efeito negativo no valor da eficiência protéica que se reflete em menor ganho de peso corporal das aves (Shirley e Parsons, 2001). Além disso, um elevado teor de MM ocasiona, junto com os íons de cálcio e de sódio, a saponificação das gorduras presentes na farinha de origem animal, o que reduz sua utilização pelas aves (Eyng et al ., 2011).

3.3- Utilização da farinha de carne e ossos na ração de frangos de corte

Os resultados obtidos por Caires et al. (2010) os permitiram concluir que a inclusão de 5% de (FCO), em dietas de frangos de corte não comprometeu o desempenho ou o rendimento de carcaça e também permitiu redução dos custos com alimentação. Contudo, Bellaver et al. (2005) mostraram que a inclusão de 4% de farinha de carne e ossos (FCO) aos 21 dias de idade não influenciou no desempenho quando comparadas com as dietas à base de milho e soja, mas, com 35 e 42 dias observaram que dietas que incluíam farinhas de origem animal proporcionaram frangos com menores pesos médios.

Sartorelli (1998) avaliando cinco fontes de (FCO) e Junqueira et al. (2000) usando farinhas de carne e ossos contendo 37,51% ou 41,58% de proteína bruta em dois níveis de inclusão (3 ou 6%) na dieta de frangos não encontraram diferenças de desempenho significativas em frangos de corte na fase de um a 49 dias de idade. Esses resultados

concordam com Bozkurt et al. (2004) e Shawle et al. (2010) que verificaram que a inclusão de 5% ou 6,5% de (FCO), respectivamente, na dieta de frangos de corte não prejudicou o desempenho dos animais.

Por outro lado, Faria Filho et al. (2002) descobriram que a inclusão de 6% de (FCO) resultou em menor consumo de ração e menor ganho de peso nesse mesmo período e argumentou que o desempenho foi prejudicado porque as dietas foram formuladas na base de aminoácidos totais e não em aminoácidos digestíveis.

Eagleson et al. (2017) avaliaram a inclusão de FCO nos níveis de 10, 7,5 e 5% para as fases inicial, crescimento e final respectivamente, e observaram que o desempenho não foi influenciado pelos tratamentos nas fases iniciais, porém na fase final devido a variabilidade nutricional da farinha os animais apresentaram menor peso vivo. Entretanto, Souza et al. (2017) verificaram que a substituição parcial do farelo de soja por (FCO) em 5% piorou o desempenho de frangos apenas na fase de 1 a 14 dias. As divergências entre os efeitos da inclusão da FCO sobre o desempenho podem ser atribuídas a variações na composição nutricional das farinhas utilizadas nos experimentos.

4. Fatores que afetam a energia metabolizável das farinhas de origem animal

A energia metabolizável aparente (EMA) é uma estimativa da energia dietética que está disponível para ser metabolizada pelo tecido animal. O método mais utilizado para a determinação da EMA é o tradicional de coleta total de excretas, descrito por Sibbald e Slinger (1963), baseado nos princípios de Hill e Anderson (1958) e Potter e Matterson (1960) que considera a quantidade de energia consumida subtraída da quantidade de energia excretada pelas aves.

Porém, existem outras metodologias para determinar a energia dos alimentos em aves como: a metodologia da alimentação precisa proposta por Sibbald (1976), e a coleta

com uso de indicadores, coleta parcial, com o intuito de relacionar substâncias indigestíveis presentes nos alimentos e nas excretas descrito por Kobb & Luckey (1972).

A determinação da energia metabolizável nas diferentes idades das aves é importante, visto que a digestibilidade de energia tende a aumentar com a idade da ave, pois o trato digestivo se desenvolve, melhorando sua capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia dos alimentos (Melo et al., 2009)

O conhecimento da composição química e de valores de energia metabolizável é imprescindível para a adequada formulação de rações, entretanto os alimentos de origem animal possuem composição química bastante variável, por causa da dificuldade dos setores de granja de abatedouros em adotar um padrão contínuo do material produzido que varia conforme o processamento e o tipo e proporções de seus constituintes (Albino & Silva, 1996).

Portanto, as variações nos valores energéticos e aminoacídicos desses alimentos podem levar a formulação de dietas desequilibradas nutricionalmente o que pode comprometer o desempenho das aves. Da mesma forma, a metodologia para determinação do conteúdo energético desses ingredientes pode resultar em diferentes valores de energia metabolizável (Kato, 2005). Sendo que a efetividade do método de formulação de rações é dependente da precisão com que a energia dos alimentos é determinada (Silva et al., 2003).

Diversos autores (Martosiswoyo & Jensen, 1988; Jensen, 1991; Dale, 1997) ponderam que os valores de EMAn da (FCO) são rotineiramente subestimados quando determinados com metodologias nas quais o nível de inclusão de FCO na dieta referência varia de 40% a 50%. Possivelmente porque os elevados níveis de cálcio e fósforo na dieta proporcionados pela alta inclusão da FCO comprometem a utilização dos demais nutrientes (Faria Filho et al., 2002). Visto isso, de acordo com Azevedo (1997) o nível

mais apropriado de inclusão da FCO na dieta referência é de 20% para a determinação dos valores de EMAn.

Brumano et al. (2006), avaliando a EMAn de dez alimentos proteicos para frangos de corte em duas fases: 21 a 31 dias e de 41 a 50 dias, através do método tradicional de coleta total de excretas, encontraram valores de EMAn (kcal/kg), na matéria natural, no primeiro (21 a 31 dias) e segundo (41 a 50 dias) períodos, que foram respectivamente, 1.391 e 1.766 para farinha de carne e ossos de 45%PB; e 2.990 e 3.172 para farinha de vísceras de aves e concluíram que os valores de EMA e EMAn de todos os alimentos obtidos no segundo período experimental foram superiores aos do primeiro período.

Além da idade, outros fatores afetam a utilização da energia metabolizável pelos animais, como método de determinação da EMAn (Nascimento et al., 2002), peso corporal (Noblet & Milgen, 2004), sexo das aves (Nascif et al., 2004), consumo (Borges et al., 2004), níveis de substituição do alimento testado na ração referência (Brugalli et al., 1999; Nascimento et al., 2005), tipo e intensidade do processamento do alimento (Leite et al., 2008; Freitas et al., 2008), Variação no período de coleta total de excretas (Ávila et al., 2006).

Assim, se os valores de EMAn forem superestimados na formulação de dieta, o conteúdo de energia dietética marginal ou deficiente pode afetar negativamente o desempenho do crescimento (Leeson et al., 1996 ; Dozier et al., 2011). Em contraste, se o conteúdo de EMA é subestimado, a formulação da ração pode exigir a adição de gordura suplementar para atender às necessidades energéticas das aves (Saunders e Rosentrater, 2009).

O método de determinação in vivo da energia metabolizável é oneroso, necessita de espaço e mão de obra, entretanto, existem formas indiretas e mais ágeis de determinação da EMA, como o uso do equipamento NIRS, aparelho de refletância no

infravermelho próximo, que ainda se configura como uma forma dispendiosa e impraticável para a maioria das empresas, o uso de equações de predição, e a opção mais usada pelos formuladores: as tabelas de composição química dos alimentos, nacionais (Rostagno et al., 2017) e estrangeiras (NRC, 1994), que podem causar variação nos valores nutricionais das rações, o que pode comprometer o desempenho das aves.

5. Equações de predição da energia metabolizável

Conforme Pesti et al. (1986) uma forma rápida, prática e econômica de estimar os valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis consiste na utilização de equações de predição, estabelecidas em função da composição química dos alimentos.

De forma geral, observa-se que o número de variáveis consideradas no modelo de predição é algo de grande valia, pois se espera que a variável a ser predita (\hat{Y}) assumam correlações com aquelas análises laboratoriais mais simples e rotineiras, ao passo que a outra conjectura é idealizada para que seja monovariada (Silva et al., 2010). Tendo em vista que modelos que abrangem grande número de variáveis podem se tornar complexos, já que algumas características como, por exemplo, a densidade e o diâmetro geométrico médio, por não estarem facilmente disponíveis, muitas vezes podem inviabilizar o uso das equações (Nascimento et al., 2011).

As equações determinadas por Rodrigues et al. (2002) compostas com quatro variáveis no modelo explicaram 94% ou mais da variação nos valores de (EMAn) dos alimentos à base de soja, no entanto, a equação composta por apenas duas variáveis, EE e FB, explicou 93% das variações. Isso comprova que o ajuste de um modelo com duas variáveis independentes pode ser bem aplicado na estimativa da (EMAn) dos alimentos.

Sartorelli (1998), utilizou uma das equações de predição da EMAn da farinha de carne e ossos do NRC (1994): $[(33,94 \times \% \text{matéria seca}) - (45,77 \times \% \text{matéria mineral}) +$

(59,99 x %extrato etéreo)], e verificou que os valores de EMAn foram mais elevados que aqueles obtidos com ensaio biológico, evidenciando variações entre os diferentes critérios para a determinação da EMAn do ingrediente testado.

Dolz & Blas (1992), ao estudarem a farinha de carne e ossos nas dietas avícolas, obtiveram melhores predições quando utilizaram duas variáveis (proteína bruta e extrato etéreo), as quais foram responsáveis por mais de 96% da variabilidade total nas estimativas dos valores de EMAn entretanto de acordo com NRC (1994), se tratando da farinha de carne e ossos, a variável matéria mineral (MM) é importante e deve ser incluída na equação de predição.

Souza (2009), trabalhando com alimentos de origem animal entre eles a farinha de vísceras de aves, concluiu que os fatores que contribuíram para gerar as equações mais ajustadas para predizer a EMAn nas fases de 10-17, 26-33, 40-47 dias com frangos e com galos foram a proteína bruta, o extrato etéreo e a matéria mineral.

Kirby et al. (1993) coletaram dados de PB da farinha de carne e ossos e fizeram testes de normalidade nesses valores por dois métodos : teste de Shapiro-Wilk e teste de D'Agostino-Pearson, os resultados indicaram que a proteína não é normalmente distribuída na farinha de carne e ossos, e que modelos matemáticos que assumem a normalidade podem não ser apropriados para formular rações com menor custo por isso, as equações de predição precisam ser adaptadas para incorporar a variação que mais aproxima o nível adequado do nutriente em alimentos para animais.

Vários estudos mostraram que a EMAn da (FCO) correlaciona-se com a sua composição química, e equações de predição podem ser desenvolvidas para estimar-la, usando a técnica de regressão linear múltipla (Dolz e De Blas, 1992 ; NRC, 1994 ; Perai et al., 2010).

O National Research Council (NRC, 1994) sugere uma equação de predição da (EMAn) desenvolvida por (Janssen, 1989) para a FCO, como sendo igual a $[(33,94 \times \% \text{matéria seca}) - (45,77 \times \% \text{matéria mineral}) + (59,99 \times \% \text{extrato etéreo})]$. E para a predição da EMAn da (FVA) o NRC indica as equações desenvolvidas por Pesti et al., (1986), sendo as duas equações com maior coeficiente de determinação a: EMAn FVA = $561 - 154 \times \text{cálcio} - 622 \times \text{fósforo}$ e EMAn FVA = $556 - 63 \times \text{matéria mineral} - 506 \times \text{fósforo}$, ambas com $R^2 = 93\%$.

Rostagno et al. (2011) indicou uma equação para estimar a energia metabolizável de alimentos de origem animal e gorduras para aves jovens e adultas: EMAs = $4,31 \text{ proteína bruta digestível (PBd)} + 9,29 \text{ gordura (GD)}$.

A determinação *in vivo* do conteúdo de EMAn não é apenas demorada e dispendiosa, mas os valores determinados também se aplicam apenas às amostras específicas avaliadas no ensaio, equações de predição robustas que estimam o conteúdo de EMAn com base na composição de nutrientes podem fornecer uma alternativa barata, rápida e precisa para essa determinação (Meloche et al., 2015).

6. Meta-análise

Na busca por equações de predição mais consistentes acerca dos valores energéticos e nutricionais de ingredientes tradicionais e alternativos pode-se utilizar o princípio da meta-análise. Um dos objetivos da meta-análise é a obtenção de novos resultados, a partir da síntese de *n* observações distintas, porém relacionadas entre si (Lovatto et al., 2007).

A meta-análise é um método estatístico relevante, usado para agregar conhecimento de estudos múltiplos contidos em trabalhos de pesquisa anteriores e para quantificar o conhecimento (St-Pierre, 2001; Sauvant et al., 2008). A técnica baseia-se na coleta de

dados de múltiplos estudos publicados e na formulação de um modelo estatístico que melhor explica as observações (van Houwelingen et al., 2002).

Segundo Souza (2009), com o crescente volume de publicações científicas geradas pelo desenvolvimento de pesquisas e as conclusões, algumas vezes destoantes, obtidas em diferentes trabalhos sobre o mesmo tema são as duas principais motivações de pesquisadores em compilar informações publicadas. Assim, a meta-análise, é utilizada para obtenção de uma resposta única e confiável para um conjunto de resultados publicados.

Embora os estudos analisados em conjunto tratem do mesmo assunto, muitas vezes há heterogeneidade entre eles em relação a critérios como número, idade e sexo dos animais, época e local de realização dos experimentos, número de repetições, metodologia utilizada e outros, tornando-se conveniente a escolha do sistema de ponderação dos experimentos, o que permite considerar esses diferentes efeitos na análise (Garcia Júnior, 2011).

Segundo Lovatto et al. (2007), algumas etapas necessárias no desenvolvimento de uma meta-análise são: a) definição do objetivo do trabalho, e tema da pesquisa; b) sistematização das informações; c) codificação dos dados; d) filtragem dos dados; e) análise dos dados incluídos na base; f) formação de grupos; g) ponderações; e h) escolha de um modelo estatístico.

Sendo as principais dificuldades a transformação dos resultados de cada estudo numa métrica comum, a verificação da homogeneidade dos resultados, a modelagem da variação entre estudos e a análise de sensibilidade (Wang & Bushman, 1999).

Garcia Júnior (2011), utilizando a meta-análise de informações da composição da farinha de carne e ossos, obteve uma equação de predição da EMAN que apresentou coeficiente de determinação (R^2 de 0,44) sendo a variável apontada como a mais

importante no modelo o P (R^2 parcial = 0,26), seguida do EE (R^2 parcial = 0,18). O autor comparou o valor de EMAn predito pela equação: 2.364 Kcal/Kg, ao valor encontrado por Rostagno et al. (2005) para farinha de carne e ossos 45% que foi de 2.445 Kcal/Kg e concluiu que o valor estimado pela equação diferiu apenas 3,32% do valor encontrado por Rostagno et al. (2005) e por isso a equação mostrou-se eficiente na predição do valor energético para farinha de carne e ossos.

Nascimento et al. (2011) determinaram equações de predição para estimar a EMAn de alimentos proteicos utilizados em dietas para frangos de corte, e realizaram uma meta-análise para obter os dados de composição dos alimentos, os autores verificaram que as variáveis que geraram a melhor equação ($R^2= 81\%$) foram extrato etéreo e fibra em detergente neutro, sendo que o extrato etéreo foi considerado o principal responsável por explicar a variabilidade da EMAn dos alimentos estudados.

Os mesmos autores em 2009, utilizaram equações de predição para determinar a EMAn de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando a meta-análise de valores de composição química dos alimentos e constataram que a fibra bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido foram as variáveis que melhor ajustaram as equações de predição.

Garcia Júnior (2015), indicou a equação: $EMAn = 2.921,91 + 68,40 EE - 48,32410 MM$, com R^2 de 61%, para estimar os valores de EMAn das farinhas de origem animal para aves, sendo a MM a principal variável responsável para explicar a variabilidade da EMAn dos alimentos estudados, e para a farinha de vísceras 57% o autor obteve através da equação 3.112 kcal/kg e o valor encontrado nas tabelas brasileiras é de 3.259 kcal/kg apresentando uma diferença de 4,52% entre os valores. O que demonstrou que a equação gerada pode ser utilizada para a determinação da EMAn da farinha de vísceras.

Para que ocorra melhora considerável do R^2 da equação que irá estimar os valores da EMAn dos alimentos proteicos, são necessárias duas medidas, que são: aumentar o número de informações para serem analisadas e utilizar dados com alimentos que apresentem bastante variação na EMAn e, por consequência, na composição química (Nascimento et al.,2011).

7. Considerações finais

As farinhas de origem animal, como a farinha de vísceras de aves e a farinha de carne e ossos são largamente utilizadas na produção de aves, pois reduzem os custos os custos com alimentação, substituindo parcialmente o farelo de soja. As farinhas possuem uma composição química bastante variável, que depende da matéria prima utilizada e do tipo de processamento.

A composição nutricional das farinhas está diretamente relacionada com a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) desses ingredientes, e para otimizar o aproveitamento desses em dietas para frangos de corte, as diferenças na energia metabolizável entre diferentes amostras de farinhas devem ser consideradas na formulação de rações.

Uma forma mais simples e menos onerosa de determinar a (EMAn) das farinhas é com a utilização de equações de predição, que relacionam a composição química das farinhas com o nível de EMAn.

Diante da variabilidade nos resultados experimentais, pode-se estudar os efeitos da composição química sobre a EMAn por meio da meta-análise, uma técnica que permite integrar diferentes variáveis e estabelecer respostas sistemáticas ajustadas à diversidade experimental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adedokun, S. A., Jaynes, P. M., El-Hack, R. L., Payne, T. J. 2014. Applegate Standardized ileal amino acid digestibility of meat and bone meal and soybean meal in laying hens and broilers. *Poult. Sci.* 93: 420–428.
- Ahmad, H., Khalique, A., Naveed, S., Zia, M.W. Z., Rasoo, U. 2017. A moeed efficacy of a synthetic antioxidant treatment in stabilizing poultry byproduct meal and subsequent impact of the treated meal on selected growth parameters of broilers *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 19: 471-480.
- Albino, L.F.T., Silva, M.A. 1996. Tópicos avançados em Exigências Nutricionais para frangos de corte. P. 59-64. In: Congresso internacional. PUCRS- Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia. Porto Alegre.
- Avila, V. S., Paula, A., Brum, P.A.R. 2006. Determinação do período de coleta total de excretas para estimativa dos valores de energia metabolizável em frangos de corte. *R. Bras. Zootec.* 35: 1966-1970.
- Azevedo, D. M. S. 1997. Fatores que afetam os valores de metabolizável da farinha de carne e ossos para aves. (Dissertação). P. 58. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.
- Bellaver, C., Brum, P.A.R.; Lima, G.M.M., Boff, J. & KERBER, J. 2001. Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola.* 3: 233-240.
- Bellaver, C., Costa, C. A., Avila, V. S., Fraha, M., Lima, G.J., Hackenhar, L., Baldi, L. 2005. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. *Ciênc. Rur.* 35: 671-677.
- Borges, F. M. O., Rostagno, H. S., Saad, C. E. P. 2004. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos pela metodologia da alimentação forçada. *Ciênc. Agrotec.* 28: 1392-1399.
- Bozkurt, M., Basmacioglu, H., Ergul, M. 2004. Effect of Dietary Concentration Meat and Bone Meal on Broiler Chickens Performance. *Inter. J. Poult. Sci.* 11: 719–723.
- Brugalli, I., Albino, L.F.T., Silva, D.J. Da, Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Silva, M.A. 1999. Efeito do tamanho da partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. *R. Bras. Zootec.* 28: 753-757.
- Brumano, G., Gomes, P.C., Rostagno, H. S. 2006. Aminoácidos digestíveis verdadeiros dos alimentos protéicos determinados com galos cecectomizados. *R. Bras. Zootec.* 35: 2290-2296.

- Cai, T., Pancorbo, O. C. , Barnhar, H. M., 1994. Chemical and microbiological processing by-products, waste and characteristics of poultry carcasses during lactic acid fermentation. *J. Appl. Poult. Res.* 3: 49-60.
- Caires, C.M., Fernandes, E.A., Fagundes, N.S., Carvalho, A.P.; Maciel, M.P., Oliveira, B.R. 2010. The use of animal byproducts in broiler feeds. Use of animal co-products in broilers diets. *Braz. J. Poult. Sci.* 12: 41- 46.
- Cancherini, L.C., Junqueira, O.M., Oliveira, M.C., Andreotti, M.O. & Barbosa, M.J.B. 2005. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 34: 529-534.
- Cao, M. H., Adeola, O. 2016. Energy value of poultry byproduct meal and animal-vegetable oil blend for broiler chickens by the regression method. *Poult. Sci.* 95: 268–275.
- Carvalho, C.M.C., Fernandes, E.A., Carvalho, A.P., Caires, R. M., Fagundes, N. S. 2012. Uso de farinhas de origem animal na alimentação de frangos de corte. *R. Port. Ciên. Vet.* 107: 69-73.
- Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. 2013. SINDIRAÇÕES/ANFAL. CBNA/SDR/MA. P. 351, Campinas.
- Dale, N. 1997. Advances in defining the nutritive quality of feed ingredients. *Proc. Aus. Poult. Sci. Symp.* 9:66-73.
- Dale, N., Fancher, B., Zumbado, M., Villackes, A. 1993. Metabolizable energy content of poultry offal meal. *J. Applied. Poul. Resec.* 2: 40-42.
- Davis, T. M., Parsons, C. M. P., Utterback, L. D. 2015. Kirstein Evaluation of the pepsin digestibility assay for predicting amino acid digestibility of meat and bone meals. *Poult. Sci.* 94: 1003–1008.
- Dolz, S., Blas, C. 1992. Metabolizable energy of meat and bone meal from spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. *Poult. Sci.* 71: 316-322.
- Dozier, W. A., Gehring, C. K., Corzo, A. ,Olanrewaju, H. A. 2011. Apparent metabolizable enrgy needs of male and female broilers from 36–47 days of age. *Poult. Sci.* 90: 804–814.
- Eagleson, C., Clark, T., Hill, B., Daniels, B., Eagleson, A., Goodwin, H. L., Watkins, S. 2017. Impact of meat and bone meal nutritional variability on broiler performance. *J. Appl. Poult. Res.* 10:1-8.
- El Boushy, A. R. Y. ; van der Poel, A. F. B., 2000. Handbook of poultry feed from waste: processing and use. P. 428. Springer-Verlag New York.

- Eyng, C., Nunes, R.V., Rostagno, H. C., Albino, L.F.T., Nunes, C.G.V., Bruno, L.D.G. 2011. Composição química, valores energéticos e aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinhas de vísceras para aves. *Rev. Bras. Zoot.* 39: 779 – 786.
- FAO, 2011. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Faria Filho, D. E., Faria D. E., Junqueira O. M.; Rizzo, M. F., Araújo, L. F., Araújo, C. S. S. 2002. Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. *Rev. Bras. Ciênc. Avic.* 4: 001-009.
- Freitas, E. R., Sakomura, N. K., Dahlkeet, F. 2008. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. *R. Bras. Zootec.* 37: 73-78.
- Garcia Junior, A. A. P. 2015. Determinação indireta e validação do valor energético de alimentos de origem animal para frangos de corte. Tese (doutorado em Zootecnia) P. 146. Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Garcia Júnior, A. A. P. 2011. Equações de predição dos valores energéticos de farinhas de origem animal para aves, utilizando o princípio da meta-análise. 57 p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Hassanabadi, A., Amanloo, H. & Zamanian, M. 2008. Effects of substitution of soybean meal with poultry by-product meal on broiler chickens performance. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 7: 303-307.
- Hendriks W.H., Cottam Y.H., Morel P.C.H., Thomas D.V. 2004. Source of the variation in meat and bone meal nutritional quality. *Austral. J. Anim. Sci.* 17:94-101.
- Hill, F. W.; Anderson, D. L. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. *J. Nutrit.* 64: 587-604.
- Jafari, M., Yahya, E., Hussein, J., Kambiz, N., Mahboob, N. 2011. Evaluation of protein and energy quality of poultry byproduct meal using poultry assays. *Afric. J. of Agric. Res.* 6: 1407-1412.
- Janssen, W. M. M. A. 1989. European table of energy values for poultry feedstuffs. 3rd Beekbergen, Netherlands: Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services.
- Jayathilakan, K., Sultana, H., Radhakrishna, K., Bawa, A.S. 2012. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *J. Food. Sci. Technol.* 49: 278–293.
- Jeng, A. S., T. K. Haraldsen, A. Gronlund, and P. A. Pedersen. 2006. Meat and bone meal as nitrogen and phosphorus fertilizer to cereals and rye grass. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 76:183–191.
- Jensen, L. S. 1991. Subproductos de animales em las formulaciones. *Indust. Avic.* 38: 28-31.

- Junqueira, O.M, Faria Filho, D.E., Faria, D.E. 2000. Farinha de carne e ossos em dietas de frangos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa. Anais... Sociedade Brasileira de zootecnia. Viçosa.
- Kato, R. K. 2005. Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades. Tese (Doutorado em Zootecnia) P. 96. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Kersey, J. H., Parsons, C. M. , Dale, N. M., Marr, J. E., Waldroup, P. W., 1997. Nutrient composition of spent hen meal produced by rendering. *J. Appl. Poult. Res.* 6: 319-324.
- Kirby, S. R., G. M. Pesti and J. H. Dorfman. 1993. An investigation of the distribution of the protein content of samples of corn, meat and bone meal, and soybean meal. *Poult. Sci.* 72:2294- 2298.
- Kobt, A. R.; Luckey, T. D. 1972. Markers in nutrition. *Nutrition abstracts and reviews.* 42: 813-845.
- Leite, J. L. B. Rodrigues, P.B.; Fialho, E. T. 2008. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Ciênc Agrotec.* 32: 1292-1298.
- Lesson, S., Summers, D. 1997. *Commercial poultry nutrition.* 2 ed. P. 350. University Books. Guelph, Ontario. Canada.
- Leeson, S., Caston, L., Summers, J. D. 1996. Broiler responses to diet energy. *Poult. Sci.* 75:529–535.
- Lovatto, P.A. Lehnen C.R., Andretta I., Carvalho A.D. 2007. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. *R. Bras. Zootec.* 36: 285-294.
- Martosiswoyo, A. W., Jensen, L. S. 1988. Available energy in meat and bone meal as measured by different methods. *Poult. Sci.* 67: 280-293.
- Mariano FCMQ, Lima RR, Rodrigues PB, Alvarenga RR, Nascimento GAJ. Prediction equations of energetic values of feedstuffs obtained using meta-analysis and principal components. *Cienc Rural.* 2012; 42:1634–1640. (Abstr. in English)
- Meeker, D. L., Hamilton, C. R., 2006. An overview of the rendering industry. In: *Essential rendering.* Meeker (Ed). National Renderers Association.
- Mohammadi, M., Lavvaf, A., Hajian, E., Jaberzadeh, V. 2011. The effect of different levels of poultry byproduct meal on carcass quality in broiler. *Anim. Vet. Sci.* 1:697-699.
- Mello, H.H.C., Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Souza, R.M., Calderano, A. A. 2009. Valores de energia metabolizável de alimentos obtidos a partir de aves em diferentes idades. *R. Bras. Zootec.* 30: 863-868.

- Meloche, K. J., Kerr, B. J., Billor, N. G., Shurson, C. W., Dozier, A. 2015. Validation of prediction equations for apparent metabolizable energy of corn distillers dried grains with solubles in broiler chicks. *Poult. Sci.* 93: 1428–1439.
- Nascif, C. C. C., Gomes, P.C., Albino, L.F.T. 2004. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. *R. Bras. Zootec.* 33: 375-385.
- Nascimento, A. H., Gomes, P.C., Albino, L.F.T. 2002. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. *R. Bras. Zootec.* 31: 1409-1417.
- Nascimento, A. H., Gomes, P.C., Albino, L.F.T. 2005. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. *R. Bras. Zootec.* 34: 877-881.
- Nascimento, G.A.J., Rodrigues, P. B., Fonseca, R. T., Allaman, I. B., Lima, R. R., Reis Neto, R. V. 2011. Equações de predição para estimar os valores da EMAN de alimentos proteicos para aves utilizando a meta-análise. *Rev. Bras. Zootec.* 40:2172-2177.
- National Research Council – NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9. ed. P. 176, National Academy Press. Washington.
- Noblet, J., Van Milgen, J. 2004. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. *J. Anim. Sci.* 82: 229-238.
- Perai, A. H., Nassiri, H., Moghaddam S., Asadpour, J., Bahrapour, G., Mansoori, A. 2010. Comparison of artificial neural networks with other statistical approaches for the prediction of true metabolizable energy of meat and bone meal. *Poult. Sci.* 89: 1562–1568.
- Pesti, G.M., Faust, L.O., Fuller, H.L., Dale, N.M., Benoff, F. H. 1986. Nutritive value of poultry by-product meal metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. *Poult. Sci.* 65: 2258-2267.
- Potter, L. M., Matterson, L. D. 1960. Metabolizable energy of feed ingredients for the growing chick. *Poult. Sci.* 39:781-782.
- Robbins D. H., Firman J.D. 2005. Evaluation of the metabolizable energy of meat and bone meal for chickens and turkeys by various methods. *Internat. J. Poult. Sci.* 4:633-638.
- Rodrigues, P. B., Rostagno, H.S., Albino, L. F. T. 2002. Aminoácidos digestíveis verdadeiros da soja e subprodutos da soja, determinados com galos adultos cecectomizados. *R. Bras. Zootec.* 31: 1771-1782.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M.I., Donzele, J.L., Sakomura, N.K., Perazzo, F.G., Saraiva, A., Teixeira, M.V., Rodrigues, P.B., Oliveira, R.F., Barreto, S.L.T.,

- Brito, C.O. 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4 ed. P. 488. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, MG, Viçosa.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T.; Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. 3 ed, P. 252 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, MG, Viçosa.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F.M.; Lopes, D.C.; Ferreira, A.S.; Barreto, S.L.T. 2005. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2. ed. P. 186. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, MG, Viçosa.
- Sahraei, M., Lootfollahian, H., Ghanbari, A. 2012. Effect of poultry byproduct meal on performance parameters, serum uric acid concentration and carcass characteristics. *Iran. J. Applied. Anim. Sci.* 2: 73-77.
- Samli, H.E., Senkoğlu, N., Özduven, M.L., Akyurek, H., Ağma, A. 2006. Effects of poultry byproduct meal on laying performance, egg quality and storage stability. *Pakist. J. Nutr.* 5: 6-9.
- Sartorelli S. A. A. 1998. Uso de farinha de carne e ossos em rações para frangos de corte. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). P.54. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- Saunders, J. A., Rosentrater, K. A. 2009. Properties of solvent extracted low-oil corn distillers dried grains with solubles. *Biomass Bioenergy* 33:1486–1490.
- Sauvant, D., Schmidely, P., Daudin, J. J., St-Pierre, N. R. 2008. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. *Animal.* 1203–1214.
- Scheuermann, G. N.; Rosa, P. S.; Bellaver, C. 2007. Farinhas de origem animal: vantagens e limitações do seu uso na alimentação de monogástricos. In: Simpósio Catarinense De Nutrição Animal, p. 17. Chapecó. Anais... UDESC, Chapecó.
- Sell J.L., Jeffrey M.J. 1996. Availability for poults of phosphorus from meat and bone meals of different particle sizes. *Poult. Sci.* 75:232-236.
- Shawle, K.; Belihu, K.; Dessie, T. 2010. The effect of replacing meat and bone meal with soybean meal on the performance and economic returns of broiler chickens. *Ethiop. J. Anim. Prod.* 10 :95-109.
- Shirley, R. B., Parsons, C. M. 2001. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. *Poult. Sci.* 80:626-632.
- Sibbald, I. R., Slinger, S. J. 1963. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. *Poult. Sci.* v.42: 13-25.

- Silva, E. P., Lima, M. B., Rabello, C.B.V., Ludke, J. V., Albino, L. F. T., Sakomura, N. K. 2011. aspectos nutricionais de farinhas de vísceras de aves e sua utilização em rações de frangos de corte. *Acta Vet. Bras.* 5: 108-118.
- Silva, E.P., Rabello, C.B. V., Lima, M.B. Ludke J.V., Arruda, E.M.F., Albino, L.F.T. 2014. Poultry offal meal in broiler chicken feed. *Scient. Agric.* 71:188-194.
- Silva, E.P., Rabello, C.B.V., Albino, L.F.T., Ludke, J.V., Lima, M.B., Dutra Jr, W.M. 2010. Prediction of metabolizable energy values in poultry offal meal for broiler chickens. *R. Bras. Zootec.* 39: 2237 – 2245.
- Silva, J.H.V., Silva, M.B., Silva, E.L. 2003. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). *R. Bras. Zootec.* 32: 1912-1918.
- Souza, L. F. A., Silva, M. J. B., Santos, A. B. B. R., Scatolin, G. N., Cavalheiro, T. R., Souza, P. A. 2017. Farinha de carne e ossos e butirato de sódio sobre o desempenho semanal de frangos de corte. *Colloq. Agra.* 13: 25-32.
- Souza, R. M. 2009. Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves. P.137. Tese, (Doutorado em Zootecnia) Viçosa, MG.
- St-Pierre, N. R. 2001. Invited review: integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *J. Dairy. Sci.* 84: 741–755.
- Troni, A.R., Gomes, P.C., Mello, H.H.C., Albino, L.F.T., Rocha, T.C. 2016. Composição química e energética de alimentos para frangos de corte. *Rev. Ciênc. Agro.* 47: 755-760.
- Van Houwelingen, H. C., Arends, L. R., Stijnen, T. 2002. Advanced Methods in Meta-Analysis: Multivariate Approach and Meta-Regression. *Statist. in Medic.* 21: 589–624.
- Wang, M. C.; Bushman, B. J. Integration results: through meta-analytic review using SAS software. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999.
- Wang, X., Parsons, C. M. 1998. Effect of raw material source, processing system, and processing temperature on amino acid digestibility of meat and bone meals. *Poult. Sci.* 77:834-841.
- Watson, H., 2006. Poultry meal vs poultry by-product meal. *Dogs in Canada Magazine.*

CAPÍTULO 2

**Composição nutricional, determinação e predição de valores energéticos de
farinhas de origem animal para frangos de corte**

Composição nutricional, determinação e predição de valores energéticos de farinhas de origem animal para frangos de corte

RESUMO- Objetivou-se determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), os coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMMS), energia bruta (CMEB), e proteína bruta (CMPB), assim como gerar equações de predição da EMAn em função da composição química da farinha de vísceras de aves (FVA) e da farinha de carne e ossos (FCO), para frangos de corte em diferentes idades. Para isso, realizou-se três ensaios de metabolismo nas fases pré-inicial (1 a 8 dias), inicial (14 a 22 dias) e crescimento (28 a 36 dias), com 840 frangos de corte Cobb 500, criados em piso até atingirem a idade proposta para os ensaios, quando foram alojados em gaiolas metabólicas, e utilizado o método de coleta parcial de excretas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 7 tratamentos, e seis repetições com 10, 6 e 4 aves nas respectivas fases experimentais. Os tratamentos foram uma dieta referência e seis dietas teste compostas de 80% da ração referência mais 20% de um dos alimentos teste (FVA 1, 2 e 3 e FCO 1, 2 e 3), com os resultados do experimento, foram elaboradas equações de predição da EMAn das farinhas por meio de regressões múltiplas e do método backward. Os valores de EMAn das FVA variaram de 3189,7 a 3342,9 kcal/kg, e para as FCO esses valores foram de 2292,1 a 2345,4 kcal/kg. As equações geradas com os dados de EMAn de todas as fases que obtiveram os maiores coeficientes de determinação para a FVA foi a $EMAn = 6802 - 213,3 (EE) - 127,3 (Ca) + 10,47 (Idade)$ com R^2 de 92% e para a FCO, a que melhor representou os valores de energia foi: $EMAn = 2789 - 72 (EE) + 14 (Ca) + 20,28 (Idade)$ com R^2 de 91%.

Palavras chaves: energia metabolizável, equação de predição, farinha de vísceras de aves

Nutritional composition, determination and prediction of energetic values of animal meal for broiler chickens

ABSTRACT- objective was to determine the apparent metabolizable energy (AME), apparent corrected for nitrogen balance (AMEn), the apparent metabolizable coefficients of dry matter (CMDM), gross energy (CMGE) and crude protein (CMCP), as well as to generate prediction equations of AMEn according to the chemical composition of poultry offal meal (POM) and meat and bone meal (MBM) for broilers at different ages. For this, three metabolic tests were performed in the pre-initial (1 to 8 days), initial (14 to 22 days) and growth (28 to 36 days) phases, with 840 Cobb 500 broilers, raised in up to reached the age proposed for the trials, when they were housed in metabolic cages, and the partial excreta collection method was used. The experimental design was completely randomized with 7 treatments, and six replicates with 10, 6 and 4 birds in the respective experimental phases. The treatments were a reference diet and six test diets composed of 80% of the reference feed plus 20% of one of the test foods (POM 1, 2 and 3 and MBM 1, 2 and 3), with the results of the experiment, equations were elaborated to predict AMEn of the flours by means of multiple regressions and the backward method. AMAN values of POM varied from 3189.7 to 3342.9 kcal / kg, and for MBM these values were from 2292.1 to 2345.4 kcal / kg. The equations generated with the AMEn data of all the phases that obtained the highest coefficients of determination for the POM were $AMEn = 6802 - 213.3 (EE) - 127.3 (Ca) + 10.47 (Age)$ with R^2 of 92%, and for MBM, the best values of energy were: $AMEn = 2789 - 72 (EE) + 14 (Ca) + 20,28 (Age)$ with R^2 of 91%.

Key words: metabolizable energy, prediction equation, poultry offal meal

INTRODUÇÃO

Para aumentar a viabilidade econômica da produção, os nutricionistas buscam alimentos alternativos que atendam às exigências dos animais nas suas diferentes fases de produção e diminuam os custos da dieta.

Os subprodutos de abatedouros como a farinha de vísceras de aves e a farinha de carne e ossos, são fontes alternativas de proteína e fósforo para as rações e substituem parcial ou totalmente alguns ingredientes de custo expressivo como farelo de soja e o fosfato bicálcico (Carvalho et al., 2012), além da importância econômica, existe a preocupação ambiental, pois é uma forma de dar um destino correto aos resíduos gerados pelos abatedouros (Eyng et al., 2011).

O processo básico de produção de farinhas animais consiste na colheita dos resíduos não comestíveis do abate animal, os quais devem ser isentos de materiais estranhos à sua composição e microrganismos patogênicos. Os materiais coletados que tenham mais do que 5 cm devem ser triturados e então processados em digestores para cocção com pressão, por tempo variável dependendo do processo. A gordura será drenada, prensada ou centrifugada e o resíduo sólido obtido, será moído na forma de farinha com especificações de granulometria variáveis (Bellaver et al., 2005).

O conhecimento da composição química e dos valores de energia metabolizável nas diferentes idades das aves é imprescindível para a adequada formulação de rações, entretanto as farinhas de origem animal possuem composição química bastante variável, que depende do processamento e o tipo e proporções dos seus constituintes (Albino e Silva, 1996).

Devido a isso, os valores de composição química, tanto nas tabelas nacionais (Rostagno et al., 2011) quanto nas estrangeiras (NRC, 1994) nem sempre se apresentam estáveis e padronizados, levando a formulações que podem superestimar ou subestimar o

valor energético da ração, e assim comprometer o desempenho das aves, contudo, a determinação da energia metabolizável de ingredientes por meio de ensaios *in vivo*, é muitas vezes inviável pois é um método oneroso e que necessita de espaço e mão de obra.

Conforme Pesti et al. (1986) uma forma prática e econômica de estimar os valores de energia metabolizável consiste na utilização de equações de predição, estabelecidas em função da composição química dos alimentos.

Dessa forma, realizou-se este estudo com o objetivo de determinar a composição química e os valores energéticos de farinhas de origem animal para frangos de corte em diferentes idades e estimar os valores de EMAn utilizando equações de predição.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalação e Manejo dos Animais

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Digestibilidade de Não Ruminantes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), e aprovada pelo comitê de ética para uso de animais em pesquisa e experimentação da mesma Universidade pelo processo nº: 23082.000496/2015.

O experimento foi conduzido em três fases (1 a 8 dias, 14 a 22 dias e 28 a 36 dias de idade das aves), e para composição dos tratamentos experimentais, foram selecionadas três farinhas de vísceras de aves (FVA) e três farinhas de carne e ossos (FCO) de diferentes fornecedores, produzidas no Norte e Nordeste do Brasil.

Foram utilizados 840 pintos machos da linhagem Cobb 500, criados em piso até atingirem a idade proposta para os ensaios, para serem alojados em sala com ambiente controlado e distribuídos em gaiolas metabólicas com dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50m equipadas com bebedouro tipo nipple e comedouro tipo calha. A temperatura e umidade relativa foram registradas diariamente pelo Data logger Hoboware e apresentaram as seguintes médias: 30,8 °C e 64,5% de UR para a fase pré inicial, 27,5°C e 68,7% de UR

para a fase inicial e 26,8°C e 66,3% de UR para a fase de crescimento, o programa de iluminação adotado foi de 24h de luz e a ração e a água foram fornecidas à vontade.

Delineamento Experimental e Dietas

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e seis repetições de 10 aves na fase de 1 a 8 dias de idade, 6 aves de 14 a 22 dias e 4 aves na fase de 28 a 36 dias de idade, por unidade experimental. Os tratamentos, em cada fase da pesquisa, consistiram de uma ração referência a base de milho e farelo de soja, formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011), para atender as exigências nutricionais das aves para cada fase, (Tabela 1), e outras seis dietas teste compostas por 20% de uma das farinhas de origem animal + 80% da ração referência.

A metodologia utilizada para a obtenção dos valores de EMA e EMAn foi a coleta parcial de excretas, onde sob o piso das gaiolas metabólicas (unidades experimentais), haviam bandejas revestidas de lona para a coleta de excretas, sendo um período de adaptação de quatro dias às instalações e às rações experimentais, e quatro dias, para a coleta de excretas, exceto para as aves de 1 a 8 dias de idade, onde utilizou-se três dias de adaptação e quatro dias de coleta. As excretas foram coletadas duas vezes ao dia, e como indicador de indigestibilidade, utilizou-se a cinza ácida insolúvel (Celite) acrescida na proporção de 1,0% às rações.

Durante o experimento, o material coletado foi posto em sacos identificados e em seguida armazenados em freezer a -20 °C até o final do período do ensaio, quando as excretas foram descongeladas, homogeneizadas por unidade experimental e em seguida, retiradas alíquotas de 300 gramas, as quais foram pré-secas em estufa de ventilação

forçada (55°C) durante 72 horas. Posteriormente, as amostras foram moídas, e juntamente com amostras das dietas, encaminhadas para análises laboratoriais.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade ileal, foi realizada ao final de cada fase experimental, por meio da metodologia da coleta da digesta ileal. Todas as aves de cada unidade experimental foram abatidas, por meio de deslocamento cervical, em seguida realizou-se uma incisão abdominal para exposição do íleo e uma secção do mesmo de 18 cm terminando a 1,5 cm da junção íleoceco-cólica, o seguimento foi aberto em todo o seu comprimento, para facilitar a retirada do conteúdo ileal, utilizando uma pinça o material coletado foi transferido para recipientes plásticos identificados, onde ficaram armazenados num freezer a – 20°C.

Posteriormente o conteúdo ileal coletado foi descongelado, pré-seco em estufa de ventilação forçada (55°C) durante 72 horas, em seguida foi moído e encaminhado às análises laboratoriais.

Análises Laboratoriais

As análises químicas das amostras de ingredientes, rações, excretas e digesta ileal, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE, para matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, fibra bruta, conforme Silva e Queiroz (2005), cálcio e fósforo segundo AOAC (1995) e energia bruta em bomba calorimétrica.

Os aminoácidos dos ingredientes testados foram determinados por meio da espectroscopia de refletância no infravermelho próximo (NIRS) na empresa Evonik Brasil, e para quantificar o teor do indicador Celite nas rações e excretas utilizou-se a metodologia proposta por Van Keulen e Young (1977).

Com base nos resultados laboratoriais obtidos para as amostras, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e ajustados para o balanço de nitrogênio (EMAn) segundo as equações propostas por Matterson (1965). Para o cálculo dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e energia bruta (CMEB), fez-se uso das formulas descritas por Sakomura & Rostagno (2007). Os cálculos para se determinar os coeficientes de digestibilidade ileal da matéria seca (CDIMS) e proteína bruta (CDIPB), matéria seca digestível (MSD) e proteína bruta digestível (PBD) foram realizados utilizando fórmulas propostas por Matterson et al.,(1965).

Análises Estatísticas

Os valores de energia e coeficientes de metabolizabilidade dos ingredientes e digestibilidade ileal foram analisados em um esquema fatorial 3 x 6 (idades x farinhas), submetidos a análise de variância e de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P) e energia bruta (EB), das farinhas estudadas, foram corrigidos para a mesma base de matéria seca de 92%, conforme sugerido por Dale et al. (1993) e submetidos à análise de correlação de Pearson para verificar aquelas variáveis que melhor se correlacionaram com os valores de EMAn das três fases avaliadas (EMAn 1), (EMAn 2) e (EMAn 3), em seguida foi realizada a análise de regressão múltipla, gerando assim equações de predição da EMAn para as farinhas de vísceras (FVA) e de carne e ossos (FCO), distintas cada fase avaliada, uma equação conjunta, para as duas farinhas de origem animal (FVA/FCO), além de equações de predição da EMAn para qualquer fase,

contendo a variável idade no modelo, através do método de eliminação indireta (Backward).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Statistical Analyses System version 9.0 (SAS, 2004) e considerou-se o nível de significância igual ou inferior a 5%.

RESULTADOS

Os resultados obtidos para a composição química das farinhas de vísceras de aves (FVA) e de carne e ossos (FCO) estão apresentados na Tabela 2.

O valor máximo de MS observado para a FVA foi de 94,74% e para a FCO foi 94,47%. A variação no conteúdo de PB da FVA foi de 61,08 a 61,99 e para a FCO esses valores foram de 41,27 a 42,76. Em relação ao conteúdo de extrato etéreo, o valor máximo obtido para a FVA foi de 13,33% e a FCO de 12,18%. Diante da composição química das seis farinhas analisadas, os teores de MM, Ca e P foram os que apresentaram maior variação.

Na Tabela 3, são apresentados os valores energéticos (EMA), (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e energia bruta (CMEB) das três farinhas de vísceras (FVA 1, 2 e 3) e três farinhas de carne e ossos (FCO 1, 2 e 3) nas três fases avaliadas, pré-inicial (1-8), inicial (14-22) e crescimento (28-36), todas as variáveis analisadas foram significativas para o fator idade. Os valores de EMA e a EMAn foram significativos para o fator farinha (F) e para o fator idade (I), sendo superiores para a farinha de vísceras que apresentou uma variação na EMAn de 3189,7 a 3342,9 kcal/kg,

As farinhas de carne e ossos apresentaram uma variação de 2292,1 kcal/kg a 2345,4 kcal/kg na EMAn.

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) foi significativo para os dois fatores idade (I) e farinha (F), porém não apresentou interação, sendo os valores crescentes com a idade das aves e maiores para a farinha de vísceras. Os coeficientes de proteína bruta também foram crescentes com a idade das aves e maiores para a farinha de carne e ossos. Já o coeficiente de energia bruta (CMEB), apresentou interação entre os fatores estudados, porém a média dos tratamentos não obteve diferença significativa.

Os coeficientes de digestibilidade ileal da matéria seca e proteína bruta (Tabela 4) foram significativos para os fatores farinha e idade, porém não houve interação entre eles. O CDIMS apresentou valores crescentes da fase inicial para a de crescimento, mantendo-se na fase final, já o CDIPB foi menor na última fase. O CDIMS foi superior para os tratamentos com FVA e o CDIPB maior para as dietas contendo FCO.

A MSD e a PBD foram significativas para os fatores farinha e idade, não havendo interação entre eles. A MSD foi superior para os tratamentos com FVA, tendo uma melhor digestibilidade na idade de 36 dias das aves e a PBD maior para as dietas contendo FCO, com uma melhor digestibilidade na fase inicial das aves.

Com a análise de correlação (Tabela 5), observou-se que o P, estabeleceu correlação negativa com o EE e altamente positiva com o valor de Ca, no entanto, a EB estabeleceu correlação negativa com os níveis de Ca.

Entre os valores energéticos das três fases avaliadas e os componentes químicos da farinha de vísceras de aves observou-se que a EMAn 1 é positivamente correlacionada com os conteúdos de EE ($P < 0,05$) e possui correlação antagônica com Ca e P, deste modo, quanto maior o teor desses minerais, menor será o valor de energia metabolizável. A EMAn 2 possui correlação positiva com os valores de EE e EB, tendo correlação negativa com o nível de Ca; e a EMAn 3 correlações positiva com EE e EB e correlação negativa com o Ca, porém não sendo significativa para este último.

A análise dos componentes químicos da farinha de carne e ossos (Tabela 6) mostra que o nível de Ca está negativamente correlacionado com a PB, o valor de P estabelece correlação positiva alta com a MM, e a EB correlação antagônica alta com a MM e o P.

A EMAn 1 está altamente correlacionada com a PB e negativamente correlacionada com a MM, Ca e P; a EMAn 2 constitui correlação negativa com a MM e positiva com a EB; a EMAn 3 estabelece correlação negativa entre MM e P e positiva com a EB.

Considerando-se as informações de composição química e valores de EMAn obtidas no experimento, foram geradas nove equações de predição para a EMAn separadas por fase além das equações conjuntas, feitas com os valores de composição das duas farinhas, também por fase e seis para todas as fases com a variável idade nos modelos (Tabela 7).

Para a predição dos valores de EMAn das farinhas, as variáveis mais representativas foram o EE, o Ca e energia bruta EB

Nas equações geradas com os dados de EMAn de todas as fases as que obtiveram os maiores coeficientes de determinação foram a EMAn = $6802 - 213,3 (EE) - 127,3 (Ca) + 10,47 (Idade)$ com R^2 de 92% para a farinha de vísceras (FVA) e para a farinha de carne e ossos (FCO) a que melhor representou os valores de energia foi: EMAn = $2789 - 72 (EE) + 14 (Ca) + 20,28 (Idade)$ com R^2 de 91%.

DISCUSSÃO

Composição química

O conteúdo de umidade de todas as farinhas avaliadas está abaixo de (8%) e de acordo com Butolo (2002), as farinhas de origem animal com umidade superior a 8% estão mais propensas à decomposição, aumento da população microbiana e acidificação, no entanto a umidade abaixo desse nível está geralmente associada a queima do produto.

Os valores de PB da FVA observados estão coerentes com os valores de proteína bruta citados na literatura para este alimento, que variam de 46,72% Nunes et al. (2005) a 69,48% Soares et al. (2005). Entretanto, segundo Sriperm et al. (2011) o valor de PB da FVA e da FCO normalmente calculados pelo seu teor de Nitrogênio multiplicado por um fator de conversão padrão, 6,25, superestima o valor de PB desses ingredientes, pois de acordo com esses autores, cada alimento possui um coeficiente específico e os determinados para a FVA e FCO foram: 5,45 e 5,37 respectivamente.

Rostagno et al. (2011) dividiu as farinhas de carne e ossos de acordo com o seu teor de proteína em nove grupos: 36, 38, 41, 44, 46, 48, 50, 55 e 63% PB, essa variação na proteína das farinhas de origem animal é devida a proporção de resíduos de carne em relação à quantidade de ossos presente no material, de acordo com essa classificação, as farinhas de carne e ossos avaliadas figuram no grupo 41% e estão dentro dos níveis (40 a 45% de PB) garantidos pelas marcas comerciais que as fabricaram.

O teor de EE das FCO do presente trabalho estão de acordo com encontrados na literatura que variaram de 9,6% (Troni et al. (2016) a 15,49% Tucci et al. (2003). O extrato etéreo é uma variável relacionada a qualidade das farinhas, pois níveis elevados de EE podem diminuir o tempo de estocagem e tornar a farinha mais susceptível a rancificação (Oliveira et al., 2009). A quantidade de EE também está relacionada a forma de extração do óleo durante o processo de fabricação.

O principal fator de variação na produção de farinha de carne e ossos é o percentual de ossos na mistura. Quanto maior o uso desses, menor será o percentual de proteína e de energia bruta, conseqüentemente, maior será o teor de matéria mineral. (Troni et al., 2016). Dale (1997); Wang e Parson, (1998); Shirley e Parsons (2001) verificaram que a proteína bruta e a energia bruta diminuem quando a concentração de matéria mineral

(MM) aumenta e, à medida que a concentração de (MM) aumenta, o conteúdo de cálcio e fósforo cresce.

A concentração de proteína e aminoácidos nas farinhas de origem animal, além da proporção da matéria prima utilizada, depende também da temperatura e do tempo de cozimento, que variam entre os sistemas de processamento (Brumano et al., 2006). Os níveis de lisina e metionina das FVA avaliadas, foram superiores ao NRC (1994) com 3,10% e 0,99%.

Para as farinhas de carne e ossos, os valores desses aminoácidos foram inversamente proporcionais ao teor de MM das farinhas, o que concorda com Shirley e Parsons, (2001) que observaram que à medida que o teor de MM aumenta, diminui a concentração de aminoácidos digestíveis o que resulta na diminuição da digestibilidade da farinha e efeito negativo no valor da eficiência protéica.

Metabolizabilidade de Nutrientes

Os resultados encontrados nesse trabalho estão de acordo com os resultados encontrados por Mello et al. (2009), que constataram que com o avanço da idade das aves, houve aumento nos valores energéticos, aumentando assim os seus coeficientes de metabolizabilidade, os autores atribuíram isso ao desenvolvimento do trato digestivo que melhora sua capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia dos alimentos com a idade.

As variações nos teores de energia da presente pesquisa podem ser explicadas pela variabilidade da matéria prima das farinhas, pela idade e sexo das aves utilizadas nos ensaios, metodologia utilizada no experimento e nas análises químicas, além da porcentagem de substituição do ingrediente teste (Nascif et al., 2004; Nascimento et al., 2005; Brumano et al. 2006).

Segundo Faria Filho et al. (2002), os valores de EM da FCO estão normalmente subestimados quando obtidos com metodologias nas quais o nível de inclusão deste ingrediente a dieta referência varia de 40 a 50%, possivelmente porque os elevados níveis de cálcio e fósforo proporcionados pela alta inclusão da FCO comprometem a utilização dos demais nutrientes, sendo o nível mais adequado de inclusão da FCO na dieta referência de 20% para a determinação dos valores de energia.

Eyng et al. (2010) encontraram valores de CMEB inferiores ao do presente trabalho, para três farinhas de vísceras de aves que variaram de 53,65% a 61,96%, os autores atribuíram essa diferença a composição de ácidos graxos das farinhas, e que quanto maior a relação insaturado: saturado, maiores serão os coeficientes de metabolizabilidade.

Segundo Sakomura et al. (2004), os menores valores de energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade determinados nas três primeiras semanas de idade das aves, podem ser justificados pelos baixos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo nesta fase, assim como pelas baixas atividades da lipase, de modo que nesse período a capacidade de digestão das aves não está totalmente desenvolvida, o que limita o aproveitamento dos nutrientes, principalmente gorduras.

Coefficientes de digestibilidade ileal

O valor do CDIMS crescente de acordo com a idade das aves no presente experimento deve-se ao fato de que o trato gastrointestinal já se desenvolveu fisiologicamente, promovendo assim o melhor aproveitamento dos nutrientes contidos nas farinhas de origem animal. Conforme Barbosa et al., (2008), o CDIMS reflete a digestibilidade dos nutrientes, logo, um aumento desse coeficiente indica maior absorção dos nutrientes de uma dieta.

A capacidade das aves para digerir e absorver proteína é influenciada pela idade (Batal e Parsons, 2002; Garcia et al., 2007). Concordando com os resultados da presente

pesquisa, Zenella et al. (1999) observou que a digestibilidade da proteína foi reduzida pelo envelhecimento, enquanto a digestibilidade dos aminoácidos aumentou.

Pelos resultados obtidos nesse estudo, é possível afirmar que um maior aporte em proteínas e, conseqüentemente, em aminoácidos esteve disponível para as aves que receberam as dietas formuladas com a farinha de carne e ossos, pois, segundo Hughes & Choct, (1999) as diferentes fontes dietéticas de proteínas são misturas heterogêneas de proteínas que são digeridas em taxas diferentes e isto, por sua vez, causa uma variação na taxa na qual aminoácidos diferentes são absorvidos pelo intestino.

Ravidran et al. (2005) trabalhando com diferentes farinhas de origem animal, destacou que a farinha de carne ossos obteve variações significativas nas digestibilidades dos aminoácidos de acordo com o lote avaliado.

As variações na digestibilidade também tem a ver com o processamento dessa farinha, segundo Shirley e Parsons, (2000) o aumento da pressão durante o processamento da farinha de carne e ossos, reduziu significativamente a digestibilidade da proteína e da maioria dos aminoácidos, sendo as maiores reduções para lisina e cistina.

Diferenças foram encontradas entre a digestibilidade ileal e baseada em excretas da MS e PB, do presente experimento, com os valores da digesta ileal mais altos do que os valores da excreta, segundo Kadim et al. (2002), a metodologia da digestibilidade ileal possui vantagens sobre a de coleta total pois a composição proteica não é modificada pela microbiota na parte distal do intestino e, evita-se a combinação das fezes com o nitrogênio e aminoácidos da urina. Assim sendo, em contraste com nossos resultados, Papadopoulos (1985) relatou que a influência do intestino grosso na digestibilidade proteica é insignificante e que há pouca vantagem sobre a análise convencional de excretas.

Entretanto, Saki et al. (2010), observou que os valores de AME e AMEn nas fezes são mais válidos do que no íleo, por outro lado, a estimativa da digestibilidade da proteína

no íleo mostra melhores resultados que nas excretas das aves, sendo geralmente, os valores da digestibilidade do trato gastrointestinal total mais baixos que no nível ileal.

Coefficientes de correlação

Resultados que corroboram os encontrados na presente pesquisa foram verificados por Silva et al. (2010) que constatou que a PB e EB se correlacionam positivamente na farinha de vísceras de aves e correlação negativa com a MM, Ca e P.

Diante dos resultados, é esperado que maiores teores de matéria mineral na FCO, resultem em menores valores de EMAn e sendo a determinação da MM um método prático de ser executado, pode ser aplicado como ferramenta de estimação da composição química, pois, segundo Najafabadi et al. (2007) o conteúdo de matéria mineral é um bom indicador para prever a composição química de farinhas de origem animal.

Equações de predição

Para a predição dos valores de EMAn das farinhas, as variáveis mais representativas foram o EE, o Ca e energia bruta EB, logo foram as variáveis que melhor explicaram os valores de energia metabolizável. Souza (2009), trabalhando com alimentos de origem animal entre eles a farinha de vísceras de aves, concluiu que os fatores que contribuíram para gerar as equações mais ajustadas para prever a EMAn nas fases de 10 a 17, 26 a 33, 40 a 47 dias com frangos e com galos foram a proteína bruta, o extrato etéreo e a matéria mineral.

Para obter uma equação de predição única, para estimar os valores de EMAn dos alimentos proteicos usualmente utilizados em rações para frangos de corte, Nascimento et al. (2011) realizaram uma revisão bibliográfica com artigos nacionais para catalogar informações sobre valores de EMAn e composição química dos alimentos, sendo EMAn=

2707,71 + 58,63EE – 16,06 FDN, com R² de 81% a equação que melhor se ajustou para estimar a EMAn dos alimentos proteicos.

O ajuste das equações do presente experimento, com coeficientes de determinação altos de 94% a 98% pode ter sido influenciado pelo número e variabilidade dos dados, e pelo método de eliminação indireta, Backward, utilizado para gerar as equações e fornecer a contribuição de cada variável dentro da análise de regressão múltipla e mostrar a equação que melhor representa o fenômeno estudado, a partir daí, retira as variáveis que menos contribuem para se chegar ao valor de energia, até que sobre apenas uma e com o melhor R².

CONCLUSÕES

Os valores de energia metabolizável corrigida das farinhas de vísceras de aves variaram de 3189 a 3342 kcal/kg, para as farinhas de carne e ossos, esses valores foram de 2292 a 2345 kcal/kg. As equações geradas com os dados de EMAn de todas as fases que obtiveram os maiores coeficientes de determinação para a FVA foi a EMAn= 6802 - 213,3 (EE) - 127,3 (Ca) + 10,47 (Idade) com R² de 92% e a que melhor representou os valores de energia da FCO foi: EMAn = 2789 - 72 (EE) + 14 (Ca) + 20,28 (Idade) com R² de 91%.

O conhecimento da composição química, dos valores energéticos das farinhas de origem animal e da correlação existente entre eles pode ser utilizado para o desenvolvimento de equações de predição da EMAn desses alimentos e considerando a larga utilização desses ingredientes na dieta das aves, a determinação e validação dessas equações são oportunas.

REFERÊNCIAS

- Albino, L.F.T.; Silva, M.A. 1996. Tópicos avançados em Exigências Nutricionais para frangos de corte. P. 59-64. In: Congresso internacional. PUCRS- Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia. Porto Alegre.
- AOAC. 1995. Métodos de Análise oficiais. 16ª ed. Associação de Químicos Analíticos Oficiais; Arlington, VA, EUA.
- Barbosa, N.A.A.; Sakomura, N.K.; Fernandes, J.B.K.; Dourado, L.R.B. 2008. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. *Pesqui. Agropec. Bras.* 43: 755-762.
- Batal A.B.; Parsons, C.M. 2002. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. *Poult. Sci.* 81: 400-407.
- Bellaver C, Costa Ca, Avila Vs, Fraha M, Lima Gj, Hackenhar L, Baldi L. 2005. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. *Ciênc. Rur.* 35: 671-677.
- Brumano, G.; Gomes, P. C.; Albino, L. F. T. 2006. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. *R. Bras. Zootc.* 35: 2297 -2302.
- Butolo, J.E. 2002. Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal. 430p. Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, Campinas.
- Carvalho, C.M.C.; Fernandes, E.A.; Carvalho, A.P.; Caires, R. M.; Fagundes, N. S. 2012. Uso de farinhas de origem animal na alimentação de frangos de corte. *R. Port. Ciên. Vet.* 107: 69-73,
- Dale, N. 1997. Advances in defining the nutritive quality of feed ingredients. *Proc. Aus. Poult. Sci. Symp.* 9:66-73.
- Dale, N.; Fancher, B.; Zumbado, M. Villackes, A. 1993. Metabolizable energy content of poultry offal meal. *J. Applied Poul. Resec.* 2: 40-42.
- Eyng, C., Nunes, R. V.; Rostagno H. S.; Albino, L. F. T.; Nunes, C. G. V.; Bruno L. D. G. 2011. Composição química, valores energéticos e digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de carne e ossos e de peixe para aves. *R. Bras. Zootec.* 40: 575-580.
- Eyng, C.; Nunes, R. V.; Rostagno H. S.; Albino, L. F. T.; Nunes, C. G. V.; Bruno L. D. G. 2010. Composição química, valores energéticos e aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinhas de vísceras para aves. *R. Bras. Zootec.* 39: 779-786.
- Faria Filho D. E.; Faria D. E.; Junqueira O. M.; Rizzo, M. F.; Araújo, L. F.; Araújo, C. S. S. 2002. Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. *Rev. Bras. Ciênc. Avic.* 4: 001-009.

- Garcia, A. R.; Batal, A. B.; Dale, N. M. 2007. A comparison of methods to determine amino acid digestibility of feed ingredients for chickens. *Poult. Sci.* 86: 94-101.
- Hughes, R. J., Choct, M. 1999. Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in poultry. *Aust J Agric Res.* 50:689-701.
- Kadim, I. T., Moughan, P. J., Ravindran, V. 2002. Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken comparison of ileal and excreta amino acid digestibility in the chicken. *Br. Poult. Sci.* 43:587-597.
- Matterson, L.D.; Potter, L.M.; Stutz, M.W. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. P. 11, *Agric. Exp Stat., Research Report 7.*
- Mello, H.H.C; Gomes, P.C; Rostagno, H.S; Albino, L.F.T; Souza, R.M; Calderano, A.A. 2009. Valores de energia metabolizável de alimentos obtidos a partir de aves em diferentes idades. *R. Bras.Zootec.* v.30:863-868.
- Najafabadi, H.J., Moghaddam, H.N.; Pourreza, J. 2007. Determination of chemical composition, mineral contents, and protein quality of poultry by-product meal. *Internat. J. Poult. Sci.* 6: 875-882.
- Nascif, C. C. C., Gomes, P.C., Albino, L.F.T. 2004. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. *R. Bras. Zootec.* 33: 375-385.
- Nascimento, A. H., Gomes, P.C., Albino, L.F.T. 2005. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. *R. Bras. Zootec.* 34: 877-881.
- Nascimento, G.A.J.; Rodrigues, P. B.; Fonseca, R. T.; Allaman, I. B.; Lima, R. R.; Reis Neto, R. V. 2011. Equações de predição para estimar os valores da EMAn de alimentos proteicos para aves utilizando a meta-análise. *Rev. Bras. Zoo. Viçosa.* 40:2172-2177.
- National Research Council – NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9. ed. P. 176, National Academy Press. Washington.
- Nunes, R.V.; Pozza, P.C.; Nunes, C.G.V. Campestrini, E.; Kühn, R. Rocha, L. D. Perazzo, F. G. C. 2005. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. *Rev. Bras. Zoo.* 34:1217-1224.
- Oliveira, V.; Machinsk, T.G.; Silva, Y.L.; Araújo, J.S.; Schneiders, J.L. 2009. Variabilidade da composição química, física e microbiológica de farinhas de carne e ossos. *R. FZVA.* 16: 173-186.
- Papadopoulos, M. C. 1985. Estimation of amino acid digestibility and availability in feedstuffs for poultry. *World's Poult. Sci. J.* 41:64-71.

- Pesti, G.M.; Faust, L.O.; Fuller, H.L.; Dale, N.M.; Benoff, F. H. 1986. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. *Poult. Sci.* 65:2258-2267.
- Ravindran, V., Hew, L. I., Ravindran, G., Bryden, W. L. 1999. A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in food ingredients for poultry. *Br. Poult. Sci.* 40:266-274.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T.; Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. 3ª edição, P. 252, UFV, MG, Viçosa.
- Saki, S. M., Ghazi, S. M., Moini, M., Naseri, H. R. 2010. Amino acids and protein digestibility and metabolizable energy availability of barley ration in response to grind® enzyme in broiler chickens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23: 614-621.
- Sakomura, N. K.; Bianchi, M. D.; Pizauro, J. M. 2004. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. *R. Bras. Zootec.* 33: 924-935.
- Sakomura, N.K.; Rostagno, H.S. 2007. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. P.28, Funep, Jaboticabal.
- SAS Institute Inc. STAT User's Guide. version 9.0.0. 4th edn. Cary, NC, USA: 2004.
- Silva, D. J., Queiroz, A. C. 2005. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. P.235, UFV, Viçosa.
- Silva, E.P.; Rabello, C.B.V.; Albino, L.F.T.; Ludke, J.V.; Lima, M.B.; Dutra Jr, W.M. Prediction of metabolizable energy values in poultry offal meal for broiler chickens. 2010. *R. Bras. Zootec.* 39: 2237 – 2245.
- Soares, K. R.; Bertechini, A. G.; Fassani, E. J.; Rodrigues, P. B.; Fialho, E. T.; Geraldo, A.; Brito, J. A. G. 2005. Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. *Ciênc. Agrotec. Lavras.* 29:238-244.
- Shirley, R. B., Parsons, C. M. 2001. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. *Poult. Sci.* 80:626-632.
- Shirley, R. B., Parsons, C. M. 2000. Effect of pressure processing on amino acid digestibility of meat and bone meal for poultry. *Poult. Sci.* 79: 1775–1781
- Souza, R. M. 2009. Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves. 137f. Tese, (Doutorado em Zootecnia) Viçosa, Minas Gerais.
- Sripem, N.; Pesti, G., Tillman, P.B. 2011. Evaluation of the fixed nitrogen-to-protein (N:P) conversion factor (6.25) versus ingredient specific N:P conversion factor in feedstuffs. *J. Sci Food Agric.* 91:1182-1186.

- Troni, A.R.; Gomes, P.C.; Mello, H.H.C.; Albino, L.F.T.; Rocha, T.C. 2016. Composição química e energética de alimentos para frangos de corte. R. Ciênc. Agro.47: 75 5-760.
- Tucci, F.M.; Laurentiz, A.C.; Santos, E.A. 2003. Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. Acta Scient. Anim. Sci. 25:85-89,
- Van Keulen, J.; Young, B. A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural markers indigestibility studies. J. Anim. Scienc. 44:282-287.
- Wang, X., Parsons, C. M. 1998. Effect of raw material source, processing system, and processing temperature on amino acid digestibility of meat and bone meals. Poult. Sci. 77:834-841.
- Zanella, I., Sakomura, N. K., Silversides, F. G., Figueird, A., pack, M. 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. Poult. Sci. 78:561-568.

TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das rações referência utilizadas nas fases pré inicial, inicial e crescimento.

Composição centesimal	Fases experimentais		
	Pré-inicial	Inicial	Crescimento
Milho moído	50,1268	51,2623	51,1543
Farelo de Soja	42,0000	40,0000	39,0000
Óleo de soja	3,7250	5,1410	6,6080
Fosfato Bicálcico	1,8800	0,4030	1,2600
Calcário Calcítico	0,8500	0,8700	0,8800
Sal moído	0,4000	0,4030	0,4060
Suplemento Vitamínico e Mineral ¹	0,4000	0,4000	-----
Suplemento vitamínico ²	-----	-----	0,1000
Suplemento mineral ³	-----	-----	0,0500
DL Metionina	0,1922	0,1377	0,2737
L Lisina	0,2960	0,1910	0,1250
L Treonina	0,1300	0,0750	0,0520
Salinomicina sódica	-----	-----	0,0550
Bacitracina de Zinco	-----	-----	0,0360
Total	100,000	100,000	100,000
Composição nutricional calculada			
EMA, kcal/kg	3000	3100	3200
Proteína Bruta, %	22,44	21,77	21,15
Cálcio, %	0,9200	0,8400	0,7600
Fósforo Total, %	0,7034	0,6300	0,5763
Fósforo Disponível, %	0,4700	0,4000	0,3500
Sódio, %	0,1800	0,1800	0,1800
Extrato Etéreo, %	6,1769	7,5817	9,0276
Fibra Bruta, %	3,7896	3,7110	3,6295
Aminoácidos digestíveis			
Lisina	1,3200	1,2100	1,1300
Metionina	0,6500	0,5900	0,5500
Metionina + Cistina	0,9381	0,8721	0,8259
Treonina	0,8600	0,7900	0,7500
Triptofano	0,2277	0,2219	0,2161
Arginina	1,0250	1,0902	1,1373
Valina	0,6772	0,7217	0,7542
Isoleucina	---	0,6741	0,7036

1 -Suplemento Vitamínico e mineral, Composição/Kg: Vit A - 13.700 UI; Vit. D - 3.200 UI; Vit. E - 35 UI; Vit. Vit. K 4,4 mg; Vit. B1 2,5 mg; Vit. B2 6,5 mg; Vit. B6 5,5 mg; Vit. B12 7 mg; Biotina 96 mg; Ácido fólico 1,2 mg; Niacina 54 mg; Ácido pantotênico 14 mg e Se 300 mg. Mn 90 mg; Zn 80 mg; Fe 30 mg; Cu 10 mg; Iodo 2 mg

2- Suplemento vitamínico (Níveis de garantia por kg do produto): Vit A 7500000 UI, Vit D3 2500000 UI, Vit E 18000 UI, Vit K3 1200 mg, Tiamina 1500 mg, Riboflavina 5500 mg, Piridoxina 2000 mg, Vit B12 12500 mcg, Niacina 35 g, Pantotenato de cálcio 10 g, Biotina 67 mg. 3- Suplemento mineral. (Níveis de garantia por kg do produto). Ferro 60 g, Cobre 13 g, Manganês 120 g, Zinco 100 g, Iodo 2500 mg, Selênio 500 mg. 3 Monensina sódica.

Tabela 2. Composição química e aminoacídica em base de matéria natural, das farinhas de vísceras de aves e das farinhas de carne e ossos utilizadas no experimento.

Farinhas de origem animal						
Variável	FVA 1	FVA 2	FVA 3	FCO 1	FCO 2	FCO 3
Matéria seca, %	93,81	92,39	94,74	94,01	92,45	94,47
Proteína Bruta, %	61,99	61,25	61,08	42,76	41,27	41,68
Extrato Etéreo, %	12,55	13,33	12,47	11,17	12,18	11,31
Matéria Mineral, %	12,08	10,87	11,59	38,99	41,23	43,77
Fibra Bruta, %	3,25	2,96	2,55	2,35	2,84	2,67
Energia Bruta, kcal/kg	4863	4855	4828	3391	3342	3234
Cálcio %	3,23	2,7	4,57	11,95	13,17	13,02
Fósforo %	2,22	1,82	2,68	6,45	7,0	7,48
Aminoácidos digestíveis (%)						
Lisina	3,550	3,187	3,226	2,021	1,747	1,347
Metionina	1,203	1,132	1,067	0,522	0,456	0,380
Met+Cist	1,776	1,724	1,771	0,799	0,662	0,574
Treonina	2,288	2,102	2,129	1,199	1,038	0,980
Triptofano	0,524	0,483	0,519	0,185	0,134	0,106
Arginina	4,219	3,953	3,909	3,234	3,017	2,703
Valina	2,734	2,590	2,561	1,612	1,349	1,234
Isoleucina	2,264	2,121	2,057	1,010	0,844	0,745
Leucina	4,168	3,796	3,796	2,237	1,911	1,837
Histidina	1,195	1,030	1,083	0,624	0,503	0,450
Fenilalanina	2,352	2,180	2,197	1,287	1,106	1,042
Cistina	0,649	0,553	0,715	0,285	0,209	0,190

FVA-farina de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos

Tabela 3. Valores de energia metabolizável (EMA) e (EMAn) coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), e energia bruta (CMEB) de farinhas de origem animal em três idades das aves, expressos na matéria natural.

Farinhas de origem animal (FOA)								P-Valor			
EMA											
Idade	FVA1	FVA 2	FVA 3	FCO1	FCO2	FCO3	Média	CV%	Idade (I)	FOA (F)	I x F
1-8	3390	3297	3381	2168	2083	2072	2732 ^C				
14-22	3561	3412	3462	2264	2221	2267	2865 ^B	6,79	0,001	0,001	0,914
28-36	3760	3624	3518	2603	2571	2682	3126 ^A				
Média	3570 ^a	3444 ^a	3454 ^a	2345 ^b	2292 ^b	2340 ^b					
EMAn (Kcal/kg)											
1-8	3123	3094	3147	2019	1825	1811	2503 ^C				
14-22	3373	3239	3174	2136	2125	2231	2713 ^B	9,85	0,001	0,001	0,513
28-36	3530	3396	3247	2352	2391	2479	2899 ^A				
Média	3342 ^a	3243 ^a	3189 ^a	2169 ^b	2113 ^b	2174 ^b					
CMMS (%)											
1-8	61,05	58,14	58,06	42,96	38,17	43,06	50,24 ^C				
14-22	63,67	63,53	62,45	45,67	46,53	45,50	54,55 ^B	5,42	0,001	0,003	0,701
28-36	76,04	72,08	76,25	63,24	66,00	63,61	69,54 ^A				
Média	66,92 ^a	64,58 ^a	65,59 ^a	50,63 ^b	50,24 ^b	50,72 ^b					
CMPB (%)											
1-8	49,92	49,91	49,93	49,96	50,29	50,37	50,06 ^C				
14-22	55,95	55,92	56,08	56,17	56,11	56,38	56,10 ^B	2,26	0,001	0,001	0,611
28-36	59,52	59,45	59,66	59,58	59,56	59,57	59,55 ^A				
Média	55,13 ^c	55,10 ^c	55,22 ^{bc}	55,23 ^{bc}	55,32 ^{ab}	55,44 ^a					
CMEB (%)											
1-8	64,2 ^{abA}	63,7 ^{abA}	65,1 ^{aA}	59,5 ^{abA}	54,6 ^{bB}	56,1 ^{abB}	60,55 ^C				
14-22	69,3 ^{aA}	66,7 ^{aA}	65,7 ^{aA}	62,9 ^{aAB}	63,6 ^{aA}	68,9 ^{aA}	66,24 ^B	4,58	0,001	0,084	0,044
28-36	72,6 ^{aA}	69,9 ^{aA}	67,2 ^{aA}	69,3 ^{aA}	71,5 ^{aA}	76,6 ^{aA}	71,23 ^A				
Média	68,74 ^a	66,80 ^a	66,06 ^a	63,97 ^a	63,25 ^a	67,22 ^a					

Letras minúsculas diferentes na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; FVA-farinha de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos; P-valor: probabilidade; CV: coeficiente de variação; IxF: probabilidade da interação fator idade e fator farinha

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade ileal da matéria seca (CDIMS), proteína bruta (CDIPB), matéria seca digestível (MSD) e proteína bruta digestível (PBD) de farinhas de origem animal em três idades das aves.

Farinhas de origem animal (FOA)								P-Valor			
CDIMS											
Idade	FVA1	FVA 2	FVA 3	FCO1	FCO2	FCO3	Média	CV%	Idade (I)	FOA (F)	I x F
1-8	60,27	62,13	63,97	54,85	56,12	51,84	58,19 ^B				
14-22	67,12	68,03	65,46	57,00	66,66	60,57	64,14 ^A	9,63	0,001	0,001	0,212
28-36	65,22	62,94	65,56	68,36	64,04	62,21	64,72 ^A				
Média	64,21 ^a	64,37 ^a	65,00 ^a	60,07 ^{bc}	62,28 ^b	58,21 ^c					
CDIPB											
1-8	72,32	70,15	76,66	75,71	76,04	80,52	75,23 ^A				
14-22	69,20	71,86	72,34	76,07	77,60	79,66	74,45 ^A	8,46	0,001	0,003	0,912
28-36	68,20	70,10	68,77	74,54	76,66	74,54	72,13 ^B				
Média	69,90 ^c	70,70 ^c	72,59 ^{bc}	75,44 ^{ab}	76,77 ^{ab}	78,24 ^a					
MSD											
1-8	543,77	562,20	576,30	495,97	501,34	465,21	524,13 ^B				
14-22	606,97	612,57	590,38	514,96	601,53	548,04	579,07 ^A	9,71	0,001	0,002	0,132
28-36	590,57	566,90	591,62	616,43	575,72	558,09	583,22 ^A				
Média	580,4 ^a	580,6 ^a	586,1 ^a	542,5 ^{bc}	559,5 ^b	523,8 ^c					
PBD											
1-8	205,51	221,42	221,41	225,80	220,75	240,67	222,59 ^A				
14-22	190,37	205,63	184,71	217,76	230,03	241,10	211,60 ^B	9,95	0,001	0,001	0,521
28-36	217,57	195,01	193,72	210,18	204,99	219,56	206,84 ^B				
Média	204,48 ^{bc}	207,35 ^{bc}	199,94 ^c	217,92 ^{ab}	218,59 ^{ab}	233,78 ^a					

Letras minúsculas diferentes na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; FVA-farinha de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos; P-valor: probabilidade; CV: coeficiente de variação; IxF: probabilidade da interação fator idade e fator farinha

Tabela 5. Análise de correlação de Pearson entre valores energéticos e os componentes químicos da farinha de vísceras de aves¹

Item	PB	EE	MM	Ca	P	EB	EMAn1	EMAn2
EE	-0,194							
P*	0,713							
MM	0,398	-0,793						
P*	0,435	0,060						
Ca	-0,307	-0,776	0,341					
P*	0,553	0,070	0,509					
P	-0,162	-0,888	0,504	0,979				
P*	0,759	0,018	0,308	0,001				
EB	0,597	0,380	0,101	-0,878	-0,763			
P*	0,210	0,458	0,848	0,021	0,078			
EMAn1	0,682	0,954	0,582	-0,932	-0,944	0,689		
P*	0,177	0,007	0,226	0,003	0,002	0,130		
EMAn2	0,742	0,843	0,522	-0,840	-0,557	0,877	-0,255	
P*	0,091	0,032	0,288	0,049	0,287	0,022	0,625	
EMAn3	0,698	0,816	0,341	-0,717	-0,560	0,963	-0,468	0,974
P*	0,123	0,047	0,509	0,109	0,248	0,002	0,349	0,001

1-Valores ajustados para 92% de MS; P* - Probabilidade, significativo quando (P<0,05); PB-Proteína bruta; EE- Extrato etéreo;EB-Energia bruta; MM-matéria mineral; Ca-Cálcio; P-Fósforo; EMAn- Energia metabolizável corrigida.

Tabela 6. Análise de correlação de Pearson entre valores energéticos e os componentes químicos da farinha de carne e ossos¹

Item	PB	EE	MM	Ca	P	EB	EMAn1	EMAn2
EE	-0,775							
P*	0,070							
MM	-0,643	0,092						
P*	0,168	0,862						
Ca	-0,960	0,693	0,775					
P*	0,002	0,127	0,070					
P	-0,708	0,167	0,988	0,827				
P*	0,116	0,751	0,001	0,042				
EB	0,519	0,084	-0,975	-0,660	-0,968			
P*	0,292	0,874	0,001	0,154	0,002			
EMAn1	0,920	0,560	-0,869	-0,925	-0,911	0,778		
P*	0,009	0,248	0,025	0,001	0,012	0,068		
EMAn2	0,656	0,468	-0,829	-0,613	-0,793	0,820	-0,471	
P*	0,168	0,350	0,041	0,145	0,060	0,021	0,346	
EMAn3	0,612	0,493	-0,874	-0,654	-0,826	0,841	-0,773	0,923
P*	0,199	0,362	0,021	0,159	0,022	0,030	0,071	0,009

1-Valores ajustados para 92% de MS; P* - Probabilidade, significativo quando (P<0,05); PB-Proteína bruta; EE- Extrato etéreo;EB-Energia bruta; MM-matéria mineral; Ca-Cálcio; P-Fósforo; EMAn- Energia metabolizável corrigida

Tabela 7. Equações de predição dos valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) das farinhas de origem animal em função da composição química nas diferentes fases¹

Equações EMAn	Intercepto	PB	EE	MM	Ca	P	EB	Idade	R ² %
Fase pré-inicial 1-8									
FVA	3455	-----	- 12,83	----	-----	48,15	----	----	96
FCO	4191	----	50,64	----	- 201,0	----	----	----	97
FVA/FCO	3776	----	- 101,56	- 31,79	----	----	0,2708	----	94
Fase inicial 14-22									
FVA	-26316	-----	- 111	----	-----	-----	5,959	----	98
FCO	2642	----	- 140,9	----	107,2	----	----	----	97
FVA/FCO	-5581	----	----	50,8	- 162,7	280,4	1,599	----	95
Fase crescimento 28-36									
FVA	9131	----	- 328,4	-----	- 231,4	----	----	----	97
FCO	2328	----	- 126,0	----	135,5	----	----	----	96
FVA/FCO	-9996	----	----	118,6	- 95,7	----	2,383	----	95
Todas as fases									
FVA	-35531	----	----	----	76,9	----	7,32	10,47	84
FVA	6802	----	- 213,3	----	- 127,3	----	----	10,47	92
FCO	2733	----	- 60,3	----	----	----	----	20,28	88
FCO	2789	----	- 72	----	14	----	----	20,28	91
FVA/FCO	-546	56,46	----	----	----	----	----	17,55	87
FVA/FCO	-4523	----	112,3	----	- 201,2	536,9	1,086	13,18	88

1-Valores ajustados para 92% de MS; PB-Proteína bruta; EE- Extrato etéreo;EB-Energia bruta; MM-matéria mineral; Ca-Cálcio; P-Fósforo; EMAn- Energia metabolizável corrigida; R²-Coeficiente de determinação. FVA-farinha de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos

CAPÍTULO 3

**Equações de predição para valores energéticos de farinhas de origem animal
obtidas utilizando meta-análise**

Equações de predição para valores energéticos de farinhas de origem animal obtidas utilizando meta-análise

RESUMO: Objetivou-se determinar equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) para farinhas de origem animal utilizadas nas dietas de frangos de corte por meio do princípio da meta-análise. Foi realizada uma revisão bibliográfica de estudos realizados no Brasil a partir do ano 2000 até 2016 para catalogar informações sobre valores de EMAn e composição química dos alimentos: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), Energia bruta (EB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P). Também foram catalogados e formados grupos de acordo com o sexo e idade das aves. Foram analisadas as correlações químicas e utilizado o modelo de regressão linear múltipla com procedimento de Stepwise para estudar a associação entre as variáveis, incluindo-as na equação em função de suas importâncias. Os coeficientes de correlação altos e significativos entre as variáveis independentes (EB, MM, PB, EE, Ca e P) e a variável dependente (EMAn) permitem uma melhor compreensão nas variações dos valores de energia desses alimentos. As melhores equações, de acordo com os coeficientes de determinação para estimar a EMAn da farinha de vísceras de aves e da farinha de carne e são respectivamente: $EMAn = 6139 - 45,5 PB + 0,356 EB - 123,5 MM$ com R^2 de 83,02% e $EMAn = 2267 + 19,9 PB + 67,9 EE - 44,4 MM$ com R^2 de 90,21%.

Palavras-chave: energia metabolizável, farinha de vísceras, farinha de carne e ossos, frango de corte

Prediction equations for energy values of animal-derived meals obtained using meta-analysis

ABSTRACT - The objective of this study was to determine prediction equations to estimate the corrected apparent metabolizable energy (AMEn) values of animal-derived meals used in broiler diets through meta-analysis. A bibliographic review was undertaken with studies conducted in Brazil from 2000 to 2016 to catalogue information on AMEn values and the following chemical elements in the composition of the feedstuffs: crude protein (CP), ether extract (EE), gross energy (GE), mineral matter (MM), calcium (Ca), and phosphorus (P). Groups were also catalogued and formed according to bird sex and age. The chemical correlations were analyzed and a multiple linear regression model with the Stepwise procedure was used to examine the association between the variables, which were included in the equation as a function of their importance. The high and significant correlation coefficients between the independent variables (GE, MM, CP, EE, Ca, and P) and the dependent variable (AMEn) contribute to the understanding of variations in the energy values of these feedstuffs. According to the coefficients of determination, the best equations, to estimate the AMEn of poultry viscera meal and meat and bone meal are $AMEn = 6139 - 45.5 CP + 0.356 GE - 123.5 MM$ ($R^2 = 83.02\%$) and $AMEn = 2267 + 19.9 CP + 67.9 EE - 44.4 MM$ ($R^2 = 90.21\%$), respectively.

Key Words: broiler, meat and bone meal, metabolizable energy, viscera meal

INTRODUÇÃO

Várias pesquisas na área da nutrição de aves são realizadas em busca da melhor utilização de ingredientes de origem animal, como as farinhas de vísceras de aves e de carne e ossos, que são subprodutos de abatedouros de animais (Pesti et al. 1986; Cao e Adeola, 2016).

Com a melhora na eficiência produtiva dos frangos de corte, há o aumento dos requisitos nutricionais das aves, que requerem dietas mais elaboradas, dessa forma, o conhecimento preciso da composição química e dos valores de energia metabolizável (EMAn) desses ingredientes é necessário para a formulação de rações equilibradas nutricional e economicamente (Alvarenga et al., 2015) e que atendam as exigências nutricionais das aves nas diferentes fases de desenvolvimento, não prejudiquem o desempenho da ave e diminuam o poder poluente desta atividade.

No entanto, para determinar a (EMAn) dos alimentos, são necessários ensaios metabólicos, que são onerosos e exigem tempo, assim, as tabelas de composição de alimentos são comumente usadas para obter os valores energéticos dos ingredientes utilizados nas dietas com maior praticidade. Porém, vários fatores podem afetar os valores da tabela, como a composição química dos alimentos, a idade da ave e a metodologia utilizada para determinar o valor energético (Nascimento et al., 2002; Noblet & Milgen, 2004; Nascimento et al., 2005; Freitas et al., 2008).

Uma forma rápida de determinar os valores de EM consiste na utilização de equações de predição, estabelecidas em função da composição química dos alimentos, normalmente de fácil e rápida obtenção (Pesti et al., 1986). Existem, à disposição na literatura, vários trabalhos de pesquisa, em que se estabeleceram equações de predição para os valores energéticos de uma série de alimentos (Sibbald et al., 1963; NRC 1994; Adedokun e Adeola, 2005; Nascimento et al., 2009; Rostagno et al., 2017). No entanto,

os resultados obtidos são aplicáveis apenas a um grupo de alimentos pois um único experimento, reflete apenas as condições experimentais em que foi realizado (Polycarp et al., 2017).

Assim, é necessário combinar informações derivadas de dados coletados em diferentes condições para obter resultados mais consistentes. Uma técnica utilizada para integrar o conhecimento quantitativo de múltiplos estudos é a meta-análise (St-Pierre, 2001), que se baseia na síntese de dados de diversos estudos publicados e na formulação de um modelo estatístico que explica melhor as observações, gerando novos resultados (Fagard et al., 1996; Van Houwelingen et al., 2002; Lovatto et al., 2007).

A meta-análise pode produzir equações de predição mais precisas para calcular os valores de (EMAn) dos alimentos. Com base nessa técnica, Nascimento (2009); Nascimento et al. (2011); Mariano et al., (2012) desenvolveram equações para prever a (EMAn) utilizando informações coletadas por inúmeros experimentos e circunstâncias envolvendo alimentos energéticos e proteicos para frangos de corte.

Objetivou-se com essa pesquisa elaborar equações de predição da (EMAn) da farinha de vísceras de aves e da farinha de carne e ossos por meio da meta-análise de informações da composição química desses ingredientes obtidas por diversos autores e publicadas em artigos científicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Crítérios para a seleção de artigos

A base de dados foi desenvolvida a partir de artigos científicos publicados entre 2000 e 2016 com experimentos realizados no Brasil, conduzidos de acordo com as diretrizes sobre o uso de animais vivos para fins de pesquisa, o principal objetivo de todos

os experimentos selecionados foi avaliar a composição química e a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da farinha de vísceras de aves e da farinha de carne e ossos.

A pesquisa de artigos científicos incluiu estudos publicados em revistas nas seguintes bases de dados digitais: Scielo, Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science e Google Scholar, esta diversidade de mecanismos, previne uma possível polarização em relação a artigos encontrados em apenas um banco de dados e amplia os limites de pesquisa.

Depois de serem identificados, os artigos foram avaliados criticamente quanto à sua qualidade e sua relevância para os objetivos da meta-análise. Durante esta fase, foram analisadas as informações contidas em cada estudo selecionado, incluindo os itens relacionados ao projeto experimental, tratamentos, parâmetros estudados, metodologia das análises químicas e análise de dados.

As informações obtidas com a revisão bibliográfica foram tabuladas de acordo com o alimento, o sexo, a metodologia do ensaio de metabolismo e a idade dos animais utilizados nos experimentos, a composição química e energética dos alimentos que apresentavam as variáveis de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), Energia bruta (EB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fosforo (P) foram tabuladas com base na matéria seca, que foi ajustada em 92% conforme sugerido por Dale et al. (1993) para anular os efeitos das diferentes umidades das farinhas.

Descrição do banco de dados

O banco de dados ocupou uma planilha com 57 linhas que representam os tratamentos e 30 colunas que representam as variáveis exploratórias, contendo artigos publicados entre 2000 até o início de 2016. Os estudos incluídos no banco de dados totalizaram 6.299 frangos de corte, A idade inicial média dos frangos de corte foi de 16

dias (variando de 1 a 41 dias) e a idade média final foi de 25 dias (variando de 7 a 50 dias). A maior parte dos estudos, 57%, usaram frangos de corte machos, 7% utilizaram fêmeas, e 36% trabalharam com lotes mistos. A metodologia de coleta total de excretas foi usada por 86% dos artigos e o método de alimentação forçada com galos, por 14%. A porcentagem de 20% de inclusão do alimento teste na ração referência foi preconizada pela maioria dos autores, 40% dos artigos.

Formação de grupos

A metodologia para a codificação dos dados, formação dos grupos e ponderação seguiu as proposições descritas por Lovatto et al. (2007) e Sauvant et al. (2008), sendo considerados os efeitos que influenciam o valor energético dos alimentos diretamente, que não modificam a composição química e que ocasionam variabilidade no valor energético dos alimentos como idade e sexo dos animais experimentais.

Cada artigo foi codificado para facilitar sua identificação no banco de dados, com numerações utilizadas para formar grupos homogêneos com características comuns para incluí-las em modelos estatísticos como fontes de variação. Atribuiu-se códigos para cada efeito e a partir daí foram formados grupos, para o efeito sexo foram atribuídos os códigos 1, 2 e 3 para machos, fêmeas e animais mistos, respectivamente. Para a idade foram atribuídos três códigos 1 para a fase pré-inicial, 2 para a fase inicial, e 3 para crescimento, consistindo o código dos efeitos (3x3), podendo totalizar até 6 grupos, os quais foram submetidos à análise dos mínimos quadrados ponderados, esse fator de ponderação determina a variância existente para a variável dependente do modelo de regressão linear múltipla dentro de cada grupo, no caso, a EMAn dos alimentos utilizados.

Análises estatísticas

Verificou-se as pressuposições de distribuição normal e de homocedasticidade dos dados e em seguida, procedeu-se a análise descritiva (Triola, 1999), com o propósito de obter o perfil do conjunto de dados pelas medidas de tendência central, de dispersão e observar a coerência biológica dos dados.

Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para medir a intensidade da correlação linear entre a EMAn e as demais variáveis quantitativas, em seguida, os dados foram submetidos à análise de regressão linear múltipla empregando o método Stepwise de eliminação Indireta, conforme Nunes et al. (2001), Nascimento et al. (2011) sendo a variável dependente a EMAn, e as independentes os conteúdos de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), Energia bruta (EB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fosforo (P).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Statistical Analyses System version 9.0 (SAS, 2004) e considerou-se o nível de significância igual ou inferior a 5%.

RESULTADOS

Nas Tabelas 1 e 2, estão apresentados a amplitude, média e o coeficiente de variação das variáveis de composição química, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fosforo (P) e a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) das farinhas de origem animal.

O valor médio de proteína bruta das amostras de FVA (63,46%) está acima do preconizado por Rostagno et al. (2017) de 57,7% na MS, assim como a EMAn tabelada por estes autores (3241), é inferior à média encontrada nos dados da literatura (3330).

ficou evidenciada nas amostras de farinhas de vísceras a variabilidade da matéria mineral sendo os percentuais MM, Ca e P com os maiores coeficientes de variação

25,73%, 24,56% e 28,02%, respectivamente. O coeficiente de variação da EB foi de 16,46% e o da EMAn foi de 22,17%, e o nível de EE variou de 10,14 a 20,18.

Para a farinha de carne e ossos, a média do teor de PB foi de 43,36%, e variou de 34,99% a 56,30% com coeficiente de variação de 16,23%. Os dados que apresentaram a maior variação foram a MM, Ca e P com 19,35, 28,77 e 22,92% respectivamente. A EB variou de 3001 a 4668 com CV de 15,51, e a EMAn obteve CV de 28,47%.

Com a análise de correlação da farinha de vísceras (Tabela 3), observou-se que a PB, estabeleceu correlação positiva ($P < 0,05$) com a EB, e negativa com o valor de MM. A EMAn apresentou correlação positiva com a PB e EB e correlação antagônica com a MM.

A análise dos componentes químicos da farinha de carne e ossos (Tabela 4) mostra que o nível de PB está positivamente correlacionado com a EB e estabelece correlação negativa alta com a MM, Ca e P. A EMAn está altamente correlacionada com a PB e EB, e está negativamente correlacionada com a MM, Ca e P.

Considerando-se as informações de composição química e valores de EMAn obtidas na meta-análise dos dados, foram geradas quatro equações de predição para a EMAn das farinhas de origem animal (Tabela 5).

Para a predição dos valores de EMAn da farinha de vísceras de aves, as variáveis mais representativas foram a PB, EB e MM, logo, foram as variáveis que melhor explicaram os valores de energia metabolizável, sendo a equação que obteve o maior coeficiente de determinação a $EMAn = 6139 - 45,5 PB + 0,356 EB - 123,5 MM$ com R^2 de 83,02%.

Para a farinha de carne e ossos (FCO) a que melhor representou os valores de energia foi: $EMAn = 2267 + 19,9 PB + 67,9 EE - 44,4 MM$ com R^2 de 90,21%.

DISCUSSÃO

Análise descritiva do banco de dados

A amplitude dos valores observados pode ser considerada de magnitude suficiente aos propósitos do estudo, assegurando ampla abrangência para o uso das equações geradas, o que representa característica desejável, assim, o banco de dados utilizado permite projeções representativas, da EMAn desses alimentos para frangos de corte.

O fato dos coeficientes de variação entre a EB e a EMAn terem sido diferentes pode ser explicado pelas diferenças em metodologias aplicadas, níveis de inclusão do alimento teste, linhagem, entre outros. Martosiswoyo & Jensen, (1988); Jensen, (1991); Dale, (1997) ponderam que os valores de EMAn da (FCO) são rotineiramente subestimados quando determinados com metodologias nas quais o nível de inclusão de FCO na dieta referência varia de 40% a 50%.

Para o extrato etéreo, a variação pode estar ligada com a forma de processamento, da farinha, a forma que ela é desengordurada e até o meio em que ela é transportada, se por canaletas com uso de água, por roscas ou por esteiras mecânicas (Silva et al., 2010). Butolo (2002) observou que níveis elevados de EE podem reduzir o tempo de estocagem de FCO por aumentarem a susceptibilidade das mesmas à rancificação.

Na produção de farinhas de origem animal para a indústria avícola, pode existir a inclusão de diferentes fontes dos subprodutos como penas, sangue e vísceras, fator este que contribui para a variação dos níveis nutricionais entre estes ingredientes.

O principal fator de variação na produção de farinha de carne e ossos é o percentual de ossos na mistura, quanto maior o uso desses, menor será o percentual de proteína e de energia bruta, conseqüentemente, maior será o teor de matéria mineral. Segundo Dale (1997), o teor de MM, em geral, é inversamente proporcional à quantidade de PB para FCO.

As farinhas de carne e ossos são classificadas de acordo com o teor de proteína bruta e, segundo Rostagno et al. (2017), podem apresentar variações de 38 a 63% do percentual proteico na matéria natural, sendo os dados médios de PB encontrados no presente artigo inseridos na classificação de farinhas com 43% que inclui farinhas de 40 a 45% de PB.

Coefficientes de correlação

Os resultados da FVA evidenciam que quanto maior o teor desses minerais, menor será o valor de energia metabolizável, esses resultados concordam com Silva et al. (2010) que verificou que a PB e EB se correlacionavam positivamente com a farinha de vísceras de aves e com a MM, Ca e P estabeleciam correlação negativa, assim como Pesti et al. (1986) relataram uma alta correlação negativa entre EMAn e teor de matéria mineral e cálcio e uma alta correlação positiva entre EMAn e energia bruta.

A diferença na composição química das farinhas de carne e ossos (Tabela 4) justifica a variação nos resultados encontrados para a EMAn, pois de acordo com Eyng et al. (2011) o alto valor de MM ocasiona, junto com os íons de cálcio e de sódio, a saponificação das gorduras presentes na farinha de origem animal, reduzindo sua utilização pelas aves. O que leva a redução no aproveitamento energético do alimento.

Dale (1997); Wang e Parson, (1998); Shirley e Parsons (2001) verificaram que a proteína bruta e a energia bruta diminuem quando a concentração de matéria mineral (MM) aumenta e, à medida que a concentração de (MM) aumenta, o conteúdo de cálcio e fósforo cresce.

À medida que o teor de (MM) aumenta, diminui a concentração de aminoácidos digestíveis o que resulta em diminuição da digestibilidade da farinha e efeito negativo no

valor da eficiência protéica que se reflete em menor ganho de peso corporal das aves (Shirley e Parsons, 2001).

Karakas et al. (2001) utilizando FCO bovina e suína, com diferentes valores de MM para a alimentação de frangos de corte, observaram que não houve diferença significativa entre as FCO de diferentes origens na determinação da EMAn, porém, notaram que altos níveis de MM (maiores que 43%) com altos níveis de inclusões nas dietas (maiores que 20%) diminuíram os valores de EMAn.

Os coeficientes de correlação altos e significativos entre as variáveis independentes (EB, MM, PB, EE, Ca e P) e a variável dependente (EMAn) corroboram os resultados descritos na literatura e permitem uma melhor compreensão nas variações dos valores de energia desses alimentos.

Equações de predição

Como a EMAn sofre influência multifatorial, a escolha por variáveis que possam participar do modelo de predição da EMAn deve obedecer ao maior coeficiente de correlação que irá exercer influência sobre a EMAn, mas também, deve-se considerar a facilidade de utilização dessa equação. Tendo em vista que modelos que abrangem grande número de variáveis podem se tornar complexos, já que algumas análises químicas por não estarem facilmente disponíveis, muitas vezes podem inviabilizar o uso das equações (Nascimento et al., 2011).

As equações determinadas por Rodrigues et al. (2002) compostas com quatro variáveis no modelo explicaram 94% ou mais da variação nos valores de (EMAn) dos alimentos à base de soja, no entanto, a equação composta por apenas duas variáveis, EE e FB, explicou 93% das variações. Isso comprova que o ajuste de um modelo com duas variáveis independentes pode ser bem aplicado na estimativa da (EMAn) dos alimentos.

Dolz & Blas (1992), ao estudarem a farinha de carne e ossos nas dietas avícolas, obtiveram melhores predições quando utilizaram duas variáveis (proteína bruta e extrato etéreo), as quais foram responsáveis por mais de 96% da variabilidade total nas estimativas dos valores de EMAn, entretanto de acordo com NRC (1994), se tratando da farinha de carne e ossos, a variável matéria mineral (MM) é importante e deve ser incluída na equação de predição.

A partir desses resultados, as correlações entre os componentes químicos, a variabilidade dos alimentos de origem animal, e o critério utilizado para escolha de modelos matemáticos para a determinação dos valores energéticos das farinhas de origem animal são determinantes para o sucesso de formulação de rações.

CONCLUSÕES

A precisão do ajuste das equações de predição para valores da EMAn, obtidas por meio da meta-análise, foi diretamente relacionada com a variabilidade na composição química dos alimentos. Os modelos indicados como adequados pelo coeficiente de determinação para estimar os valores de EMAn da farinha de vísceras de aves e da farinha de carne e são respectivamente: $EMAn = 6139 - 45,5 PB + 0,356 EB - 123,5 MM$ com R^2 de 83,02% e $EMAn = 2267 + 19,9 PB + 67,9 EE - 44,4 MM$ com R^2 de 90,21%.

REFERÊNCIAS

- Adedokun, S. A., Jaynes, P. M., El-Hack, R. L., Payne, T. J. 2014. Applegate Standardized ileal amino acid digestibility of meat and bone meal and soybean meal in laying hens and broilers. *Poult. Sci.* 93: 420–428.
- Alvarenga, R. R.; Rodrigues, P. B., Zangeronimo, M. G., Oliveira, E. C., Mariano, F. C. M. Q., Lima, E. M. C., Garcia Jr, A. A. P., Naves, L. P., Nardelli, N. B. S. 2015. Validation of prediction equations of energy values of a single ingredient or their combinations in male broilers. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 28:1335-1344.
- Bellaver, C., Costa, C. A., Avila, V. S., Fraha, M., Lima, G.J., Hackenhar, L., Baldi, L. 2005. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. *Ciênc. Rur.* 35: 671-677.
- Butolo, J. E. 2002. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. P. 430 Campinas, Agro Comunicação.
- Cao, M. H., Adeola, O. 2016. Energy value of poultry byproduct meal and animal-vegetable oil blend for broiler chickens by the regression method. *Poult. Sci.* 95: 268–275.
- Dale, N. 1997. Advances in defining the nutritive quality of feed ingredients. *Proc. Aus. Poult. Sci. Symp.* 9:66-73.
- Dale, N., Fanher, B., Zumbado, M., Villackes, A. 1993. Metabolizable energy content of poultry offal meal. *J. Applied. Poul. Resec.* 2: 40-42.
- Dolz, S., Blas, C. 1992. Metabolizable energy of meat and bone meal from spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. *Poult. Sci.* 71: 316-322.
- Eyng, C.; Nunes, R.V.; Rostagno, H.C.; Albino, L.F.T.; Nunes, C.G.V.; Bruno, L.D.G. 2011. Composição química, valores energéticos e aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinhas de vísceras para aves. *Rev. Bras. Zoot.* 39: 779 – 786.
- Fagard, R.H., Staessen, J.A., Thijs, L. 1996. Advantages and disadvantages of the meta analysis approach. *J Hypertens Suppl.* 14:11-13.
- Freitas, E. R., Sakomura, N. K., Dahlkeet, F. 2008. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. *R. Bras. Zootec.* 37: 73-78.
- Jensen, L. S. 1991. Subproductos de animales em las formulaciones. *Indust. Avic.* 38: 28-31.
- Karakas, P., Versteegh, H. A. J., Van Der Honing, Y., Kogut, J. and Jongbloed A.W. 2001. Nutritive value of the meat and bone meals from cattle or pigs in broiler diets. *Poult. Sci.* 80: 1180–1189.

- Lovatto, P.A. Lehnen C.R., Andretta I., Carvalho A.D. 2007. Meta-análise em pesquisas científicas: enfoque em metodologias. R. Bras. Zootec. 36: 285-294.
- Martosiswoyo, A. W., Jensen, L. S. 1988. Available energy in meat and bone meal as measured by different methods. Poult. Sci. 67: 280-293.
- Nascimento, A. H., Gomes, P.C., Albino, L.F.T. 2002. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. R. Bras. Zootec. 31: 1409-1417
- Nascimento, A. H., Gomes, P.C., Albino, L.F.T. 2005. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. R. Bras. Zootec. 34: 877-881.
- Nascimento, G.A.J., Rodrigues, P. B., Fonseca, R. T., Allaman, I. B., Lima, R. R., Reis Neto, R. V. 2011. Equações de predição para estimar os valores da EMAn de alimentos proteicos para aves utilizando a meta-análise. Rev. Bras. Zootec. 40:2172-2177
- Nascimento, G.A.J.; Rodrigues, P.B.; Freitas, R.T.F.; Bertechini, A.G.; Lima, R.R. and Pucci, L.E.A. 2009. Prediction equations to estimate the energy values of plant origin concentrate feeds for poultry utilizing the meta-analysis. Braz. J. Anim. Sci, 38: 1265-1271.
- National Research Council – NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9. ed. P. 176, National Academy Press. Washington.
- Noblet, J., Van Milgen, J. 2004. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. J. Anim. Sci. 82: 229-238.
- Nunes, R. V; Rostagno, H. S; Albino, L. F. T; Gomes, P. C; Nascimento, A. H. 2001. Valores de Aminoácidos Digestíveis Verdadeiros e Equações de Predição dos Aminoácidos Digestíveis do Grão e de Subprodutos do Trigo para Aves. R. Bras. Zootec. vol.30:123-129
- Pesti, G.M., Faust, L.O., Fuller, H.L., Dale, N.M., Benoff, F. H. 1986. Nutritive value of poultry by-product meal metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. Poult. Sci. 65: 2258-2267.
- . Polycarpo, G. V., Andretta, M., Kipper, V. C., Cruz-Polycarpo, J. C., Dadalt, P. H. M., Rodrigues, R. 2017. Meta-analytic study of organic acids as alternative performance-enhancing feed additive to antibiotics for broiler chickens. Poult. Sci. 96:3645–3653.
- Rodrigues, P.B., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Gomes, P.C., Nunes, R.V., Toledo, R.S. 2002. Energy values of soybean and soybean byproducts determined with broilers and adult cockerels. Rev. Bras. Zootec. 31: 1771-1782.

- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M.I., Donzele, J.L., Sakomura, N.K., Perazzo, F.G., Saraiva, A., Teixeira, M.V., Rodrigues, P.B., Oliveira, R.F., Barreto, S.L.T., Brito, C.O. 2017. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4 ed. P. 488. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, MG, Viçosa.
- SAS Institute Inc. STAT User's Guide. version 9.0.0. 4th edn. Cary, NC, USA: 2004.
- Sauvant, D.; Schmidely, P.; Daudin, J.J.; St-Pierre, N.R. 2008. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. *Animal*. 2:1203-1214.
- Shirley, R. B., Parsons, C. M. 2001. Effect of ash content on protein quality of meat and bone meal. *Poult. Sci.* 80:626-632.
- Sibbald, I. R.; Slinger, S. J. A. 1963. biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. *Poult. Sci.* v.42: 13-25,
- Silva, E.P., Rabello, C.B.V., Albino, L.F.T., Ludke, J.V., Lima, M.B., Dutra Jr, W.M. 2010. Prediction of metabolizable energy values in poultry offal meal for broiler chickens. *R. Bras. Zootec.* 39: 2237 – 2245.
- St-Pierre, N. R. 2001. Invited review: integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. *J. Dairy. Sci.* 84: 741–755.
- Triola, M.S. Introdução a estatística, 1999. 7ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.
- Van Houwelingen, H. C., Arends, L. R., Stijnen, T. 2002. Advanced Methods in Meta-Analysis: Multivariate Approach and Meta-Regression. *Statist. in Medic.* 21: 589–624.
- Wang, X., Parsons, C. M. 1998. Effect of raw material source, processing system, and processing temperature on amino acid digestibility of meat and bone meals. *Poult. Sci.* 77:834-841.

TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva do banco de dados da farinha de vísceras (FVA) de aves utilizado na meta-análise¹.

Variável	PB	EE	EB	MM	Ca	P	EMAn
	%						Kcal/kg
Mínimo	46,78	10,14	3784	3,28	2,83	1,65	2384
Máximo	68,52	20,18	5622	21,07	6,19	3,92	4268
Média	63,46	15,78	5205	14,84	4,79	2,48	3330
Mediana	65,24	16,05	5577	14,79	5,12	2,26	3172
EPM	1,04	0,48	107	0,76	0,24	0,13	90,4
DP	5,61	6,46	912	6,82	7,17	4,69	678
CV%	10,85	15,59	16,46	25,73	24,56	28,02	22,17

¹Valores ajustados para 92% de MS; EPM- Erro padrão da média; DP- Desvio padrão; CV- Coeficiente de variação; PB-Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; EB-Energia bruta; MM- matéria mineral; Ca-Cálcio; P-Fósforo; EMAn- Energia metabolizável corrigida.

Tabela 2. Estatística descritiva do banco de dados da farinha de carne (FCO) e ossos utilizado na meta-análise¹.

Variável	PB	EE	EB	MM	Ca	P	EMAn
	%						Kcal/kg
Mínimo	34,99	9,87	3001	23,77	6,97	4,15	1183
Máximo	56,30	16,83	4668	49,89	17,76	8,71	2829
Média	43,36	12,34	3439	39,23	13,20	6,89	2251
Mediana	41,69	12,01	3571	41,64	13,23	7,38	1659
EPM	1,22	0,371	113	1,62	0,89	0,37	106
DP	5,73	1,73	505	7,59	3,80	1,57	499
CV%	16,23	14,07	15,51	19,35	28,77	22,92	28,47

¹Valores ajustados para 92% de MS; EPM- Erro padrão da média; DP- Desvio padrão; CV- Coeficiente de variação; PB-Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; EB-Energia bruta; MM- matéria mineral; Ca-Cálcio; P-Fósforo; EMAn- Energia metabolizável corrigida.

Tabela 3. Análise de correlação de Pearson entre os valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) e os componentes químicos da farinha de vísceras de aves¹

Item	PB	EE	EB	MM	Ca	P
EE	0,144					
P*	0,483					
EB	0,801	0,720				
P*	0,002	0,022				
MM	-0,548	-0,150	-0,404			
P*	0,005	0,505	0,086			
Ca	0,231	0,334	0,578	0,386		
P*	0,278	0,218	0,009	0,076		
P	-0,218	-0,366	-0,441	0,352	-0,261	
P*	0,296	0,094	0,052	0,099	0,229	
EMAn	0,473	0,184	0,524	-0,545	-0,064	-0,380
P*	0,041	0,379	0,012	0,005	0,768	0,061

1-Valores ajustados para 92% de MS; P* - Probabilidade, significativo quando (P<0,05); PB-Proteína bruta; EE- Extrato etéreo;EB-Energia bruta; MM-matéria mineral; Ca-Cálcio; P-Fósforo; EMAn- Energia metabolizável corrigida.

Tabela 4. Análise de correlação de Pearson entre valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) e os componentes químicos da farinha de carne e ossos¹

Item	PB	EE	EB	MM	Ca	P
EE	0,162					
P*	0,472					
EB	0,880	0,462				
P*	0,003	0,040				
MM	-0,776	-0,294	-0,856			
P*	0,005	0,184	0,007			
Ca	-0,469	-0,399	-0,761	0,520		
P*	0,049	0,101	0,001	0,027		
P	-0,733	-0,261	-0,811	0,866	0,780	
P*	0,001	0,295	0,002	0,003	0,005	
EMAn	0,787	0,416	0,836	-0,846	-0,505	-0,741
P*	0,000	0,054	0,006	0,004	0,032	0,003

1-Valores ajustados para 92% de MS; P* - Probabilidade, significativo quando (P<0,05); PB-Proteína bruta; EE- Extrato etéreo;EB-Energia bruta; MM-matéria mineral; Ca-Cálcio; P-Fósforo; EMAn- Energia metabolizável corrigida.

Tabela 5. Equações de predição dos valores de energia metabolizável corrigida (EMAn) das farinhas de origem animal (FOA), em função da composição química¹

FOA	Intercepto	PB	EE	EB	MM	Ca	P	R ² %
Vísceras de aves	6139	- 45,5		0,356	- 123,5			83,02
	8375	- 46,1		0,0951	- 113,0			80,51
Carne e ossos	2267	19,9	67,9		- 44,4			90,21
	3113		69,9		- 57,00			88,27

1-Valores ajustados para 92% de MS; PB-Proteína bruta; EE- Extrato etéreo;EB-Energia bruta; MM-matéria mineral; Ca-Cálcio; P-Fósforo; R2-Coeficiente de determinação.

CAPÍTULO 4

Validação de equações de predição para valores energéticos de farinhas de origem animal para frangos de corte

Validação de equações de predição para valores energéticos de farinhas de origem animal para frangos de corte

RESUMO: Objetivou-se avaliar equações de predição da energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de farinhas de origem animal sobre o desempenho, rendimento de carcaça e metabolizabilidade de nutrientes de frangos de corte. Para isso realizou-se um experimento de desempenho concomitante a um de metabolismo onde foram utilizados 648 distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (2 farinhas de origem animal, de vísceras (FVA) e de carne e ossos (FCO) e 3 métodos de predição da energia metabolizável dessas farinhas A B e C). Para as variáveis de desempenho na fase de 1 a 7 dias, o consumo de ração variou entre as farinhas estudadas, sendo maior para as dietas contendo FVA, as dietas A B e C, não afetaram o ganho de peso dos animais, já a conversão alimentar (CA) foi melhor para as dietas com a FCO. Na fase de 1 a 21 a CA foi melhor para as dietas com a FCO, porém para fases de criação de 1 a 35 e do período total de 1 a 42 dias não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis de desempenho, o rendimento do peito foi significativamente maior para os tratamentos com FVA nas dietas, porém os pesos e rendimentos de coxa e sobrecoxa foram maiores para as dietas contendo FCO. A metabolizabilidade dos nutrientes em todas as fases foi significativa para o fator farinha, tendo maiores resultados para a FCO. Comparando as diferenças entre os valores de EMAn predita e determinada, o modelo que melhor estimou a EMAn da FVA e da FCO foi o modelo (A) que leva em consideração a idade da ave. Esses resultados mostram a importância do conhecimento da composição química dos alimentos para utilizar a EMAn apropriada e formular rações adequadas ao nível de energia exigido pela ave, sem excessos, minimizando o custo da ração.

Palavras chaves: desempenho, energia metabolizável, equação de predição

Validation of prediction equations for energetic values of animal meal for broiler chickens

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the metabolizable energy equations corrected by the nitrogen balance (AMEn) of animal meal on the performance, carcass yield and metabolization of nutrients. For this, a performance experiment was carried out concomitant to a metabolism in which 648 distributions were launched in a completely randomized design, in which the 2 x 3 factorial scheme (2 animal meals, poultry offal meal (POM) and meat and bone (MBM) and 3 methods of metabolizable energy prediction of these flours A, B and C). The performance variables in the 1 to 7 days phase, the feed intake varied as flours studied, being higher for the diets containing POM, as the A, B and C diets, did not affect the weight gain of the animals, since food conversion (FC) was better for diets with MBM. In the phase 1 to 21 a FC was better for the diets with the MBM, already for the breeding stages from 1 to 35 and the total period from 1 to 42 days not having the difference for the variables of The yield of the lot was significantly higher for the treatments POM in the diets containing the weights and the thigh and sobrecoxa recipes were higher for the diets containing MBM. The metabolizability of the nutrients at all stages was significant for the flour gain, accompanied by results for the POM. AMEn of the POM (A) of the age of the bird was compared to the difference between the values of AMEn predicted and determined. your forms may present the effective practices and formal pretendities by without excess, minimizing the rating of the ration.

Key words: metabolizable energy, performance, prediction equation

INTRODUÇÃO

A utilização de farinhas de origem animal nas rações para frangos de corte é comum nas empresas de integração avícola e fábricas de rações, isso por ser uma fonte alternativa de proteína e fósforo, pela disponibilidade das matérias primas e por diminuir os custos das rações uma vez que substituem o farelo de soja e o fosfato bicálcico das dietas. Segundo Rostagno et al (2011), esses ingredientes têm sido incluídos nas fórmulas de rações em até 8%.

O processo básico da produção de farinhas animais como a farinha de carne e ossos e a farinha de vísceras de aves, consiste na colheita dos resíduos não comestíveis do abate animal, os quais devem ser isentos de materiais estranhos à sua composição e microrganismos patogênicos. Os materiais coletados que tenham mais do que 5 cm devem ser triturados e então processados em digestores para cocção com pressão, por tempo variável dependendo do processo. A gordura será drenada, prensada ou centrifugada e o resíduo sólido moído na forma de farinha com especificações de granulometria variáveis (Bellaver et al., 2005; Compêndio, 2013).

O efeito das farinhas de origem animal, sobre o desempenho das aves pode ser modificado por vários fatores, entre os quais o processamento, a origem do subproduto e a composição nutricional (Bellaver et al, 2005). Logo para uma adequada formulação da ração, o conhecimento da composição química e dos valores de energia metabolizável desses alimentos é imprescindível.

Entretanto, existe uma grande variação na composição química e energética dos alimentos por causa da dificuldade dos setores de graxaria de abatedouros em adotar um padrão contínuo para o material produzido que varia conforme o processamento e o tipo e proporções de seus constituintes (Albino & Silva, 1996), o que torna difícil estimar os valores corretos de EMAn.

Uma forma rápida, prática e econômica de estimar os valores de energia consiste na utilização de equações de predição, estabelecidas em função da composição química dos alimentos. Esse método elimina a necessidade de testes biológicos, que tem alto custo e demandam tempo e o uso de tabelas de composição, uma vez que os valores são derivados de ingredientes obtidos em várias condições, o que muitas vezes pode levar ao desenvolvimento de dietas desbalanceadas para frangos de corte (Alvarenga et al.,2013)

A aplicabilidade das equações de predição já é conhecida na literatura, (Nascimento et al., 2011, Alvarenga et al.,2013), no entanto, para que essas equações sejam efetivas, são necessários estudos de validação por meio de testes de desempenho e digestibilidade.

Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar equações de predição da energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da farinha de vísceras de aves e da farinha de carne e ossos sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Instalação e Manejo dos Animais

O experimento de desempenho foi realizado no Laboratório de Pesquisa com Aves do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), e aprovado pelo comitê de ética para uso de animais em pesquisa e experimentação da mesma Universidade pelo processo N°: 23082.000496/2015.

Foram utilizados 648 pintos de corte machos, da linhagem Cobb 500, com um dia de idade. As aves foram alojadas em galpão de alvenaria, dividido em boxes com dimensões de 1,80x1,20 m, equipados com comedouro tubular, bebedouro nipple, sistema de aquecimento a gás, sob piso coberto com aproximadamente 5 cm de maravalha. A temperatura e umidade relativa foram registradas diariamente com auxílio de termohigrômetro sendo as médias de temperatura máxima e mínima de todo o período

experimental de 32,24°C e 25,48°C respectivamente, e umidade máxima e mínima de 85,90% e 55,81%, o programa de iluminação adotado foi de 24h de luz e as rações e a água foram fornecidas à vontade.

Delineamento Experimental

Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (2 farinhas de origem animal (FOA), utilizadas em nível prático, e 3 métodos de predição da energia metabolizável dessas farinhas) e seis repetições de 18 aves por unidade experimental. As dietas experimentais foram formuladas com valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da farinha de vísceras de aves (FVA) e da farinha de carne e ossos (FCO), com base na composição química dos alimentos: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB), determinados por três métodos, (A, B e C) sendo as dietas A, formadas por equações de predição elaboradas a partir de dados de ensaio de metabolismo anterior, dietas B, formadas por equações de predição obtidas por meta-análise dos dados de composição química das farinhas determinados em experimentos realizados no Brasil, e dietas C, elaboradas por valores tabelados por Rostagno et al. (2011).

Dietas

As equações de predição da EMAn das farinhas de vísceras de aves (FVA) e de carne e ossos (FCO) que compuseram as dietas A são:

(FVA) $EMAn = 6802 - 213,3 (EE) - 127,3 (Ca) + 10,47 (Idade) = 3026,6 \text{ Kcal/kg}$ na matéria natural (MN) (fase de 1-7 dias); 3132,6 kcal/kg (fase de 8-21); 3257,8 kcal/kg (fase de 22-35); e 3354,1 kcal/kg (fase de 36-42);

(FCO) $EMAn = 2789 - 72 (EE) + 14 (Ca) + 20,28 (Idade) = 1973,7 \text{ Kcal/kg}$ na matéria natural (fase de 1-7 dias); 2179,02 kcal/kg (fase de 8-21); 2421,53 kcal/kg (fase de 22-35); e 2608,1 kcal/kg (fase de 36-42).

Os valores de EMAn estimados por equações de predição obtidas por meta-análise dos dados de composição química das farinhas, dietas B, são:

$$(FVA) EMAn = 6139 - 45,5 (PB) + 0,356 (EB) - 123,5 (MM) = 3327,5 \text{ kcal/kg};$$

$$(FCO) EMAn = 2267 + 19,9 (PB) + 67,9 (EE) - 44,4 (MM) = 2149,9 \text{ kcal/kg}.$$

As dietas C, foram formuladas utilizando valores de EMAn de FOA descritos nas tabelas de Rostagno et al. (2011), sendo 3241, e 2177 kcal / kg, para a FVA e FCO, na MN, respectivamente.

As dietas foram específicas para cada período de crescimento, 1 a 7, 8 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade, e foram formuladas para atender às exigências nutricionais das aves conforme recomendações de Rostagno et al. (2011), sendo isoenergéticas e isoproteicas, Tabelas 1, 2, 3, e 4 respectivamente. As farinhas foram inseridas nas dietas em nível prático de utilização, sendo em 5% para a FVA e de 5% a 3,7% para a FCO, este nível variou em decorrência da diminuição na exigência de fósforo pelas aves. As farinhas utilizadas durante todo o experimento foram de um único lote e ficaram armazenadas em sacos de náilon durante todo o período experimental, sendo as misturas feitas para cada fase.

Procedimento Experimental

O consumo de ração (CR), foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida no início e no final do período experimental, levando-se em consideração as sobras das rações; o ganho de peso (GP), pela pesagem das aves ao primeiro dia, e aos 7, 21, 33 e 42 dias de idade e a conversão alimentar (CA), pela relação de consumo de ração pelo ganho de peso.

Aos 42 dias de idade das aves, o experimento foi finalizado, e duas aves com o peso próximo à média da parcela, foram selecionadas para a avaliação do peso, rendimento de

carcaça, cortes, vísceras e gordura abdominal. As aves foram identificadas por lacres plásticos numerados e submetidas a jejum de sólidos de seis horas, em seguida, pesadas e insensibilizadas para posterior sangria por meio de corte na jugular, seguida de escaldagem, depena e evisceração, seguindo os princípios éticos de experimentação animal.

A carcaça, sem pés e cabeça e as vísceras: coração, fígado, moela vazia, proventrículo, e gordura abdominal (gordura da região abdominal, somada a gordura aderida a moela) foram resfriadas em câmara fria a 4°C por 12h, em seguida, foram realizados os cortes, separando-se o peito, coxa, sobrecoxa, asas, pescoço e dorso; toda a carcaça e partes foram pesadas em balança digital com precisão de 0,01g. O rendimento da carcaça e das vísceras foi determinado pela relação com o peso da ave ao abate, e o rendimento dos cortes em relação ao peso da carcaça.

Para a determinação dos valores energéticos (EMA e EMAn) e coeficientes de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB) e energia (CMAEB) das rações utilizadas, foi realizada a coleta parcial de excretas, onde sobre a cama de maravalha dos boxes (unidades experimentais), foi colocado papel tipo madeira e realizada a coleta, durante os dois últimos dias de cada fase, duas vezes ao dia. Foi utilizado como indicador de indigestibilidade, a cinza ácida insolúvel (Celite) acrescida na proporção de 1,0% às rações.

As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer a -20°C, até o final do período de coleta, quando as excretas foram descongeladas, homogeneizadas por unidade experimental, pesadas, e em seguida, pré-secas em estufa de ventilação forçada (55°C) durante 72 horas. Posteriormente, as amostras foram moídas, e juntamente com amostras das dietas, encaminhadas para análises laboratoriais.

Análises Laboratoriais

Para a caracterização dos ingredientes e rações utilizados na pesquisa, amostras foram coletadas para a realização das análises no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE, de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, conforme Silva e Queiroz (2005), cálcio e fósforo segundo a AOAC (2005) densidade, diâmetro geométrico médio, (Zanotto e Bellaver 1996), e para quantificar o teor do indicador Celite nas rações e excretas foi utilizada a metodologia proposta por Van Keulen & Young (1977). A energia bruta dos ingredientes, rações e excretas foi determinada em bomba calorimétrica no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Sergipe. A análise dos aminoácidos das farinhas, foi realizada por meio da espectroscopia de refletância no infravermelho próximo (NIRS) na empresa Evonik Brasil. Na Tabela 5, estão a análise bromatológica e aminograma das farinhas de origem animal utilizadas no experimento.

Com base nos resultados laboratoriais obtidos das amostras, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e ajustados para o balanço de nitrogênio (EMAn) para as rações e para as farinhas, segundo as equações propostas por Matterson (1965). Para o cálculo dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMAMS), proteína bruta (CMAPB) e energia bruta (CMAEB) das rações, fez-se uso das formulas descritas por Sakomura & Rostagno (2007).

Análises Estatísticas

Os resultados obtidos para as variáveis de desempenho, rendimento de carcaça e metabolizabilidade de nutrientes, foram analisados em um esquema fatorial 2 x 3 (farinhas x dietas), submetidos a análise de variância e de comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A EMAn determinada das farinhas e a diferença entre ela e o valor predito pelos modelos testados, foram avaliadas por análise de variância com suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Statistical Analyses System version 9.0 (SAS, 2004) e considerou-se o nível de significância igual ou inferior a 5%.

RESULTADOS

Na Tabela 6 estão contidas as médias das variáveis de desempenho dos frangos de corte. Na fase de 1 a 7 dias, o consumo de ração não diferiu entre as dietas com o uso de equações ou tabelas de composição, porém variou entre as farinhas estudadas, sendo maior para as dietas contendo FVA, as dietas A B e C, não afetaram o ganho de peso dos animais, já a conversão alimentar foi melhor para as dietas com a FCO.

Na fase de 1 a 21 dias as variáveis de CR e GP não apresentaram diferenças significativas, porém a conversão alimentar foi melhor para as dietas com a farinha de carne e ossos. Para as fases de criação de 1 a 35 e de de 1 a 42 dias, não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis de desempenho estudadas.

O resultado do desempenho entre os tratamentos, apresentou valores próximos. A média da CA entre as dietas com FVA e a FCO tiveram uma diferença de 0,02g/g e 0,01g/g para as fases de 1 a 35 e 1 a 42 respectivamente.

O peso e rendimento de carcaça e cortes das aves, estão apresentados na Tabela 7, o peso absoluto e o rendimento do peito foram significativamente maiores para os tratamentos com FVA nas dietas, porém os pesos e rendimentos de coxa e sobrecoxa foram maiores para as dietas contendo FCO.

Nenhum rendimento ou peso absoluto de órgãos e gordura abdominal foi influenciado pelos tratamentos, Tabela 8.

Na Tabela 9 está apresentado o balanço de nitrogênio, valores energéticos e coeficientes de metabolizabilidade das rações nas fases pré-inicial e inicial, todas as variáveis analisadas foram significativas para o fator farinha, sendo os maiores valores para as dietas com FCO. Para o balanço de nitrogênio (BN), houve interação significativa entre o fator farinha e dieta (FxD) tendo as dietas A e C os maiores valores entre as dietas com FCO, já na fase de 8 a 21 dias não houve interação significativa para o BN entre os fatores estudados.

Os valores de energia das rações determinados no experimento são superiores aos valores calculados de energia para as rações de 3,050 kcal/kg, e apresentaram interação significativa entre os fatores sendo os valores de energia que mais se aproximaram da EMAn calculada da ração para esta fase, a dieta C para as rações com FVA, e as dietas (A) e (B) para as rações com FCO.

Na fase de 8-21 dias os resultados foram significativos para todas as variáveis no fator farinha, sendo os maiores valores para os tratamentos com a FCO, e não houve interação entre os fatores.

Todos os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes, apresentaram diferenças entre os tratamentos para o fator farinha, e o CMEB na fase de 1 a 7 dias apresentou interação significativa entre os fatores, porém na fase seguinte, esses fatores não apresentaram interação, sendo também significativos para o fator farinha, com os maiores coeficientes para as rações com FCO.

Na Tabela 10 estão os valores de energia e coeficientes de digestibilidade para as fases de 22-35 e 36-42 dias das aves.

Todas as variáveis foram significativas para o fator farinha, sendo o balanço de nitrogênio influenciado também pelo fator dieta, sendo a dieta (A), formulada com EMAn determinada com equação de predição com as variáveis de EE, Ca e idade no modelo, a

que obteve o maior balanço. Para a fase de 36 a 42, os maiores balanços de nitrogênio foram observados nas dietas A e B.

Houve diferença na EMA e a EMAn para o fator farinha, com os maiores valores para as rações contendo FCO, essas variáveis não foram significativas para o fator dieta e para a interação entre os fatores. Os coeficientes de metabolizabilidade das dietas foram significativos apenas para o fator farinha, e as rações com FCO apresentaram os maiores valores.

A diferença entre os valores de EMAn da ração preditos pelas equações e os valores de EMAn determinados pela metabolizabilidade das rações estão na Tabela 11.

De acordo com esses resultados, o modelo que melhor estimou a EMAn da farinha de vísceras de aves foi o (A), obtendo a menor diferença total do valor estimado para o determinado, sendo o modelo FVA (B) o que melhor estimou a energia na fase de crescimento. Para a FCO, o modelo que melhor estimou a EMAn foi o (A), sendo o modelo (B) o que melhor aferiu a EMAn da ração na fase de crescimento.

DISCUSSÃO

Desempenho

Para a fase de 1 a 7 dias, esse resultado pode estar relacionado ao diferente nível de óleo usado nas dietas, adicionado de acordo com os valores de energia estimados por equações ou tabela para ajustar a energia das rações, o que pode ter influenciado o consumo de ração, que nessa fase de vida do frango, segundo Andrade et al. (2016), pode ser regulado pela ingestão de energia da dieta, o que ocasiona melhores conversões nas aves que tem o consumo de alimento mais limitado em razão do nível energético da dieta ou das maiores inclusões de óleo nessas rações.

Resultado semelhante foi encontrado por Caires et al. (2010) que compararam rações com a inclusão de 5% de farinhas de origem animal, e encontraram uma melhor conversão alimentar para a FCO quando comparada a FVA no período de 1 a 42 dias.

Na fase de 1 a 21 Faria Filho et al., (2002) obtiveram a mesma conversão alimentar do presente trabalho, 1,41, com a inclusão de 6% de FCO na ração, esses autores não encontraram diferenças significativas em nenhuma variável de desempenho estudada sobre o valor de energia metabolizável da FCO, obtidos por tabelas de composição ou pela equação de predição $EMAn = [(33,94 \times MS) - (45,77 \times MM) + (59,99 \times EE)]$ sugerida pelo NRC (1994).

Silva et al. (2014) observaram que a inclusão da farinha de vísceras de aves nas rações favoreceu o ganho de peso das aves, estimando que a melhor resposta de ganho de peso foi com a inclusão de 5,47% de farinha de vísceras, entretanto, Bellaver et al. (2005) ao utilizarem a FCO, FVA e produtos de origem vegetal constataram que aos 42 dias de idade o uso das farinhas de origem animal apresentou menores pesos médios em comparação as dietas à base de produtos de origem vegetal.

Carvalho et al. (2012) trabalhando com a FVA com valores tabelados de energia e inserida em 5% na ração, encontraram uma conversão alimentar mais baixa que as encontradas no presente trabalho nas fases de 1 a 21 e 1 a 35 respectivamente: 1,297 e 1,517, porém no período de 1 a 42 dias, a conversão foi de 1,860, valor maior que o encontrado nesta pesquisa.

Em relação ao manual da linhagem Cobb, os índices zootécnicos de CR e GP na fase de crescimento, apresentaram valores médios respectivamente 9% e 8% superiores aos descritos no manual, enquanto que para o período total de 1 a 42 dias, esses índices não diferiram dos valores descritos pelo manual da linhagem.

Rendimento de Carcaça e Órgãos

Essa diferenciação no peso e rendimento dos tecidos corporais das aves, segundo Oliveira Neto et al. (2000), ocorre por alterações no metabolismo do animal, devido a variações proteicas e da fonte de aminoácidos utilizadas, as quais podem influenciar na quantidade de aminoácidos utilizados no processo de síntese proteica.

Os resultados encontrados nesta pesquisa, concordam com os achados por Faria Filho et al., (2002), que não encontraram diferenças significativas nas variáveis de desempenho no período de 1 a 49 dias e nas características de carcaça das aves alimentadas com rações com diferentes tipos de FCO e nível de energia metabolizável definida pelas tabelas brasileiras ou por equação de predição do NRC, (1994).

Esses efeitos também foram corroborados por M. Bozkurt et al. (2004) com uma suplementação de FCO até 5% para dietas de frangos de corte, que não afetou significativamente as variáveis de desempenho e o rendimento de carcaça das aves.

Silva et al., (2014), ao utilizarem 3%, 6%, 9% e 12% de FVA em dietas para frangos de corte, encontraram 2,93%, 3,52%, 3,78%, e 4,05% de rendimento de gordura abdominal respectivamente, sendo esses resultados superiores aos encontrados no presente trabalho. Entretanto, Faria filho et al., (2002) não encontraram diferenças significativas no rendimento da gordura abdominal de acordo com o nível de energia da FCO, se tabelada por Rostagno: 2,38%, ou por equação de predição do NRC: 2,36%, porém esse rendimento foi significativo, quando esses tratamentos foram comparados a dieta referência, sem FCO: 1,81%.

De acordo com Jensen (1991), quando são incorporados nas dietas ingredientes com valores de energia metabolizável subestimados, ocorre um aumento da relação energia: proteína da dieta, o que gera maiores valores de gordura abdominal, por outro lado Monfaredi et al. (2011) afirmam que a suplementação de óleo em dietas de baixa energia

pode reduzir a gordura abdominal e melhorar o rendimento da carcaça, pois a presença de lipídeos diminuem o uso de aminoácidos como fontes de energia, sendo direcionadas para a síntese proteica.

Metabolizabilidade de Nutrientes

Segundo Andrade et al, (2016) aves jovens têm crescimento acelerado e na fase pré-inicial, ocorre intensa deposição muscular, ou seja, maior retenção de nitrogênio e consequentemente maior valor para o balanço de nitrogênio nessa fase.

Os valores de energia das rações determinados no experimento são superiores aos valores calculados de energia para as rações de 3,050 kcal/kg, e apresentaram interação significativa entre os fatores sendo os valores de energia que mais se aproximaram da EMAn calculada da ração para esta fase, a dieta C para as rações com FVA, e as dietas (A) e (B) para as rações com FCO.

De acordo com os resultados todos os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes, apresentaram diferenças entre os tratamentos para o fator farinha, Esse efeito pode ser explicado pelo melhor equilíbrio aminoacídico e digestibilidade de aminoácidos, que varia de acordo com a qualidade da farinha, que está relacionada com a composição dos resíduos utilizados na confecção, sua quantidade de proteína e minerais e o processo de fabricação, além de temperatura e período de estocagem, porém esses resultados não concordam com os encontrados por Y.Liu et al. (2016) onde a inclusão de 12% de FCO deprimiu significativamente os coeficientes de digestibilidade de proteína e aminoácidos.

Os valores de EMA e EMAn obtidos no experimento foram crescentes de acordo com a fase, devido ao aproveitamento da energia dos alimentos ser afetado pela idade das aves, em função da dependência da produção das enzimas digestivas. (Sakomura et al.,2004) de acordo com esses resultados, Brumano et al. (2006) observaram que os

valores de EMAn de alimentos proteicos para frangos de corte de 41 a 50 dias de idade foram 13% maiores que os valores obtidos com frangos de corte de 21 a 30 dias.

Em relação às diferenças observadas entre os valores da EMAn das dietas, para o fator farinha, observou-se que as rações com maior inclusão de óleo, dietas com FCO, resultaram em dietas com níveis mais altos de EMAn.

Os coeficientes de metabolizabilidade das dietas foram significativos apenas para o fator farinha, e as rações com FCO apresentaram os maiores valores. Sabe-se que a presença de maior quantidade de lipídios pode melhorar a eficiência energética da dieta, uma vez que esses nutrientes produzem 2,25 vezes mais calorias que os carboidratos, além disso, o efeito extra calórico do óleo utilizado nessas rações, que consiste no aumento da disponibilidade dos nutrientes de outros ingredientes da ração, pode ter uma influência direta na digestibilidade (Sakomura et al., 2004).

Diferença na EMAn predita pelas equações da ração e na determinada

De acordo com esses resultados, o modelo (A), obteve a menor diferença total do valor estimado para o determinado, esse modelo leva em consideração a variável idade, o que adequou os níveis de energia do alimento a cada fase, diferente dos modelos FVA (B) e FVA (C) que tem seus valores de energia estimados com base em experimentos com aves na fase de crescimento, o que fez com que as diferenças no valor estimado e predito diminuíssem a cada fase, sendo o modelo FVA (B) o que melhor estimou a energia na fase de crescimento, principal fase de pesquisa na literatura.

As diferenças entre EMAn determinada e predita para as FCO foram maiores que as da FVA, sendo a EMAn determinada maior que a predita.

Essa subestimação nos valores de energia da FCO, pode ter ocorrido pela variação na proporção das matérias-primas utilizadas na fabricação, o que influenciou a qualidade

da farinha, e metabolismo dos nutrientes. Esses resultados mostram a importância do conhecimento da composição química dos alimentos para utilizar a EMAn apropriada e formular rações adequadas ao nível de energia exigido pela ave, sem excessos, minimizando o custo da ração.

CONCLUSÃO

As equações de predição para a FVA: $EMAn = 6802 - 213,3 (EE) - 127,3 (Ca) + 10,47 (Idade)$ e para a FCO: $EMAn = 2789 - 72 (EE) + 14 (Ca) + 20,28 (Idade)$ mostraram-se boas estimadoras do valor da EMAn das farinhas de origem animal. Os frangos de corte alimentados com a FCO apresentaram um melhor aproveitamento energético principalmente em virtude dos teores de proteína e minerais, que resultou em dietas com melhores coeficientes de metabolizabilidade.

REFERÊNCIAS

- Albino, L.F.T.; Silva, M.A. 1996. Tópicos avançados em Exigências Nutricionais para frangos de corte. P. 59-64. In: Congresso internacional. PUCRS- Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia. Porto Alegre.
- Alvarenga RR, Rodrigues PB, Zangeronimo MG, Makiyama L, Oliveira EC, Freitas RTF, Lima RR, Bernardino VMP. 2013. Validação de equações de previsão para estimar os valores de energia dos alimentos para frangos de corte: desempenho e rendimento da carcaça. *Asian Australas J Anim Sci.* 26: 1474-1483.
- Andrade, R.C; Lara, L.J.C; Pompeu, M.A. Cardeal P.C.; Miranda, D.J.A.; Baião, N.C. 2016. Avaliação da correção da energia pelo balanço de nitrogênio em alimentos para frangos de corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoo.* 2: 23-29
- AOAC. 1995. Métodos de Análise oficiais. 16ª ed. Associação de Químicos Analíticos Oficiais; Arlington, VA, EUA.
- Bellaver C, Costa Ca, Avila Vs, Fraha M, Lima Gj, Hackenhar L, Baldi L. 2005. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. *Ciênc. Rur.* 35: 671-677.
- Bozkurt, M., Basmacioglu, H., & Ergul, M. (2004). Effect of Dietary Concentration Meat and Bone Meal on Broiler Chickens Performance. *Inter. J. Poult. Sci.* 11: 719–723.
- Brumano, G.; Gomes, P. C.; Albino, L. F. T. 2006. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. *Rev. Bras. Zoot.* 35: 2297 -2302.
- Caires, C.M.; Fernandes, E.A.; Fagundes, N.S.; Carvalho, A.P.; Maciel, M.P.; Oliveira, B.R. 2010. The use of animal byproducts in broiler feeds. Use of animal co-products in broilers diets. *Braz. J. Poult. Sci.* 12: 41- 46.
- Carvalho, C.M.C.; Fernandes, E.A.; Carvalho, A.P.; Caires, R. M.; Fagundes, N. S. 2012. Uso de farinhas de origem animal na alimentação de frangos de corte. *Rev. Port. Ciên. Vet.* 107: 69-73,
- Compêndio Brasileiro De Alimentação Animal. 2013. SINDIRAÇÕES/ANFAL. CBNA/SDR/MA. P. 351, Campinas.
- Faria Filho D. E.; Faria D. E.; Junqueira O. M.; Rizzo, M. F.; Araújo, L. F.; Araújo, C. S. S. 2002. Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. *Rev. Bras. Ciênc. Avic.* 4: 001-009.
- Jensen, L.S. 1991. Subproductos de animales en las formulaciones. *Indus. Avic.* 38: 28-31.
- Liu, S.Y.; Cowieson, A.J.; Selle, P.H. 2016. The influence of meat-and-bone meal and exogenous phytase on growth performance, bone mineralisation and digestibility

- coefficients of protein (N), amino acids and starch in broiler chickens. *Anim. Nutri.* 30: 1-7.
- Matterson, L.D.; Potter, L.M.; Stutz, M.W. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. P. 11, *Agric. Exp Stat., Research Report 7.*
- Monfaredi A, Rezaei M, Sayyahzadeh H. 2011. Efeito da gordura suplementar em dietas de baixa energia em alguns parâmetros de sangue e características de carcaça de pintos de frango. *S Afr J Anim Sci.* 41: 24-32.
- Nascimento, G.A.J.; Rodrigues, P. B.; Fonseca, R. T.; Allaman, I. B.; Lima, R. R.; Reis Neto, R. V. 2011. Equações de predição para estimar os valores da EMAn de alimentos proteicos para aves utilizando a meta-análise. *Rev. Bras. Zoo. Viçosa.* 40:2172-2177.
- National Research Council – NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9. ed. P. 176, National Academy Press. Washington.
- Oliveira Neto, A.R.; Oliveira, R.F.M.; Donzele, J.L.; Rostagno, H.S.; Ferreira, R.A.; Carmo, H.M. 2000. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. *Rev. Bras. Zoo.* 29: 183-190.
- Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T.; Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. 3ª edição, P. 252, UFV, MG, Viçosa.
- Sakomura, N. K.; Lomgo, F. A.; Rabello, C. B. V. Watanabe, K.; Pelícia, K. Freitas E. R. 2004. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. *Rev. Bras. Zoo.* 33:1758-1767.
- Sakomura, N.K.; Rostagno, H.S. 2007. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. P.28, Funep, Jaboticabal.
- SAS Institute Inc. STAT User's Guide. version 9.0.0. 4th edn. Cary, NC, USA: 2004.
- Silva, D. J., Queiroz, A. C. 2005. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. P.235, UFV, Viçosa.
- Silva, E.P.; Rabello, C.B. V; Lima, M.B. Ludke J.V.; Arruda, E.M.F.; Albino, L.F.T. 2014. Poultry offal meal in broiler chicken feed. *Scient. Agric.* 71:188-194.
- Van Keulen, J.; Young, B. A. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural markers indigestibility studies. *J. Anim. Scienc.* 44:282-287.
- Zanotto, D.L.; Bellaver, C. 1996. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. (Comunicado Técnico). Embrapa Suínos e Aves. p.1-5, Concórdia.

TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das dietas pré-iniciais de 1 a 7 dias de idade.

Composição centesimal	Tratamentos					
	FVA(A)	FVA(B)	FVA(C)	FCO(A)	FCO(B)	FCO(C)
Milho moído	59,34	59,69	59,59	59,05	59,26	59,29
Farelo de Soja	30,69	30,63	30,65	32,57	32,53	32,52
FVA/FCO	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Óleo de soja	0,821	0,530	0,613	0,997	0,826	0,800
Fosfato bicálcico	1,482	1,482	1,482	0,370	0,370	0,370
Calcário calcítico	0,934	0,934	0,934	0,215	0,215	0,215
Sal moído	0,331	0,331	0,331	0,283	0,283	0,283
Suplem.vitamínico e Mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Bicarbonato de sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DL metionina	0,192	0,376	0,376	0,404	0,403	0,403
L lisina	0,296	0,367	0,367	0,424	0,425	0,425
L treonina	0,130	0,146	0,146	0,176	0,176	0,176
Salinomicina sódica	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada						
EMAn (kcal/kg)	2,960	2,960	2,960	2,960	2,960	2,960
Proteína bruta, %	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
Cálcio, %	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Fósforo disponível, %	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio, %	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
Cloro%	0,253	0,253	0,253	0,238	0,238	0,238
Lisina	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324	1,324
Metionina	0,675	0,675	0,675	0,677	0,677	0,677
Metionina + Cistina	0,953	0,953	0,953	0,953	0,953	0,953
Treonina	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861	0,861
Triptofano	0,227	0,227	0,227	0,221	0,221	0,221
Arginina	1,348	1,347	1,347	1,337	1,337	1,337
Valina	0,906	0,906	0,906	0,879	0,879	0,879
Isoleucina	0,820	0,820	0,820	0,792	0,792	0,792
Fenilalanina	0,967	0,967	0,967	0,947	0,947	0,947
Histidina	0,514	0,514	0,514	0,504	0,504	0,504

1- Suplemento vitamínico e mineral (Níveis de garantia por kg do produto): Vit A 7500000 UI, Vit D3 2500000 UI, Vit E 18000 UI, Vit K3 1200 mg, Tiamina 1500 mg, Riboflavina 5500 mg, Piridoxina 2000 mg, Vit B12 12500 mcg, Niacina 35 g, Pantotenato de cálcio 10 g, Biotina 67 mg. Ferro 60 g, Cobre 13 g, Manganês 120 g, Zinco 100 g, Iodo 2500 mg, Selênio 500 mg.

Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais das dietas iniciais, de 8 a 21 dias de idade.

Composição centesimal	Tratamentos					
	FVA(A)	FVA(B)	FVA(C)	FCO(A)	FCO(B)	FCO(C)
Milho moído	61,918	62,148	62,046	61,748	61,714	61,746
Farelo de Soja	27,824	27,783	27,801	29,676	29,683	29,677
FVA/FCO	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Óleo de soja	1,596	1,407	1,491	1,676	1,704	1,678
Fosfato bicálcico	1,135	1,135	1,135	0,023	0,023	0,023
Calcário calcítico	0,966	0,966	0,966	0,247	0,247	0,247
Sal moído	0,306	0,306	0,306	0,258	0,258	0,258
Suplem.vitamínico e Mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Bicarbonato de sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DL metionina	0,323	0,323	0,323	0,350	0,350	0,350
L lisina	0,316	0,317	0,317	0,375	0,375	0,375
L treonina	0,111	0,111	0,111	0,141	0,141	0,141
Salinomicina sódica	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada						
EMAn (kcal/kg)	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
Proteína bruta, %	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20
Cálcio, %	0,141	0,141	0,141	0,841	0,841	0,841
Fósforo disponível, %	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
Sódio, %	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Cloro%	0,239	0,239	0,239	0,224	0,224	0,224
Lisina	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217	1,217
Metionina	0,611	0,611	0,611	0,613	0,613	0,613
Metionina + Cistina	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876	0,876
Treonina	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791	0,791
Triptofano	0,212	0,212	0,212	0,205	0,205	0,205
Arginina	1,266	1,266	1,266	1,254	1,254	1,254
Valina	0,858	0,858	0,858	0,831	0,831	0,831
Isoleucina	0,771	0,771	0,771	0,743	0,743	0,743
Fenilalanina	0,913	0,913	0,913	0,893	0,893	0,893
Histidina	0,487	0,487	0,487	0,478	0,478	0,478

1- Suplemento vitamínico e mineral (Níveis de garantia por kg do produto): Vit A 7500000 UI, Vit D3 2500000 UI, Vit E 18000 UI, Vit K3 1200 mg, Tiamina 1500 mg, Riboflavina 5500 mg, Piridoxina 2000 mg, Vit B12 12500 mcg, Niacina 35 g, Pantotenato de cálcio 10 g, Biotina 67 mg. Ferro 60 g, Cobre 13 g, Manganês 120 g, Zinco 100 g, Iodo 2500 mg, Selênio 500 mg.

Tabela 3. Composição percentual e valores nutricionais das dietas de crescimento, de 22 a 35 dias de idade.

Composição centesimal	Tratamentos					
	FVA(A)	FVA(B)	FVA(C)	FCO(A)	FCO(B)	FCO(C)
Milho moído	65,496	65,578	65,477	64,243	63,990	64,015
Farelo de Soja	24,659	24,646	24,663	27,7	27,781	27,776
FVA/FCO	5,000	5,000	5,000	4,000	4,000	4,000
Óleo de soja	1,796	1,728	1,813	2,101	2,412	2,391
Fosfato bicálcico	0,690	0,690	0,690	0,155	0,155	0,155
Calcário calcítico	0,977	0,977	0,977	0,234	0,233	0,233
Sal moído	0,227	0,227	0,227	0,201	0,201	0,201
Suplem.vitamínico e Mineral ¹	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Bicarbonato de sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DL metionina	0,277	0,277	0,277	0,298	0,298	0,298
L lisina	0,303	0,304	0,303	0,338	0,337	0,337
L treonina	0,090	0,090	0,090	0,109	0,109	0,109
Salinomicina sódica	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de zinco	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada						
EMAn (kcal/kg)	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150	3,150
Proteína bruta, %	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800
Cálcio, %	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758	0,758
Fósforo disponível, %	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354	0,354
Sódio, %	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Cloro%	0,192	0,192	0,192	0,180	0,180	0,180
Lisina	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131	1,131
Metionina	0,569	0,569	0,569	0,568	0,568	0,568
Metionina + Cistina	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826	0,826
Treonina	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735	0,735
Triptofano	0,199	0,199	0,199	0,199	0,199	0,199
Arginina	1,186	1,186	1,186	1,188	1,188	1,188
Valina	0,801	0,801	0,801	0,784	0,784	0,784
Isoleucina	0,732	0,732	0,732	0,720	0,720	0,720
Fenilalanina	0,853	0,853	0,853	0,845	0,845	0,845
Histidina	0,470	0,470	0,470	0,467	0,467	0,467

1- Suplemento vitamínico e mineral (Níveis de garantia por kg do produto): Vit A 7500000 UI, Vit D3 2500000 UI, Vit E 18000 UI, Vit K3 1200 mg, Tiamina 1500 mg, Riboflavina 5500 mg, Piridoxina 2000 mg, Vit B12 12500 mcg, Niacina 35 g, Pantotenato de cálcio 10 g, Biotina 67 mg. Ferro 60 g, Cobre 13 g, Manganês 120 g, Zinco 100 g, Iodo 2500 mg, Selênio 500 mg

Tabela 4. Composição percentual e valores nutricionais das dietas finais, de 36 a 42 dias de idade.

Composição centesimal	Tratamentos					
	FVA(A)	FVA(B)	FVA(C)	FCO(A)	FCO(B)	FCO(C)
Milho moído	69,942	69,911	69,810	68,438	68,042	68,065
Farelo de Soja	20,840	20,845	20,862	24,280	24,346	24,342
FVA/FCO	5,000	5,000	5,000	3,700	3,700	3,700
Óleo de soja	1,578	1,604	1,688	2,051	2,381	2,361
Fosfato bicálcico	0,467	0,467	0,467	0,019	0,020	0,019
Calcário calcítico	0,902	0,902	0,901	0,202	0,201	0,201
Sal moído	0,218	0,218	0,218	0,197	0,197	0,197
Suplem.vitamínico e Mineral ¹	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
Bicarbonato de sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DL metionina	0,253	0,253	0,253	0,272	0,272	0,272
L lisina	0,325	0,325	0,324	0,352	0,350	0,351
L treonina	0,092	0,092	0,092	0,108	0,108	0,108
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional calculada						
EMAn (kcal/kg)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Proteína bruta, %	18,400	18,400	18,400	18,400	18,400	18,400
Cálcio, %	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
Fósforo disponível, %	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Sódio, %	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195	0,195
Cloro%	0,192	0,192	0,192	0,177	0,177	0,177
Lisina	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Metionina	0,529	0,529	0,529	0,527	0,527	0,527
Metionina + Cistina	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774	0,774
Treonina	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689	0,689
Arginina	1,082	1,082	1,082	1,088	1,088	1,088
Valina	0,744	0,744	0,744	0,730	0,730	0,730
Isoleucina	0,670	0,670	0,670	0,663	0,663	0,663
Fenilalanina	0,789	0,789	0,789	0,786	0,786	0,786

1- Suplemento vitamínico e mineral (Níveis de garantia por kg do produto): Vit A 7500000 UI, Vit D3 2500000 UI, Vit E 18000 UI, Vit K3 1200 mg, Tiamina 1500 mg, Riboflavina 5500 mg, Piridoxina 2000 mg, Vit B12 12500 mcg, Niacina 35 g, Pantotenato de cálcio 10 g, Biotina 67 mg. Ferro 60 g, Cobre 13 g, Manganês 120 g, Zinco 100 g, Iodo 2500 mg, Selênio 500 mg.

Tabela 5. Composição físico-química e aminoacídica total, em base de matéria natural, da farinha de vísceras de aves e farinha de carne e ossos utilizadas no experimento.

Variável	Farinhas de origem animal	
	FVA	FCO
Matéria seca, %	95,63	95,73
Proteína Bruta, %	63,28	44,91
Extrato Etéreo, %	13,98	11,08
Matéria Mineral, %	10,08	36,72
DGM μm	720,26	686,15
Densidade g/L	442,23	700,12
Energia Bruta, kcal/kg	5064	3465
Calcio %	2,26	13,04
Fósforo%	1,85	6,02
Aminoácidos digestíveis (%)		
Lisina	3,864	1,851
Metionina	1,361	0,459
Met+Cist	2,124	0,694
Treonina	2,564	1,142
Triptofano	0,64	0,126
Arginina	4,398	3,155
Valina	3,076	1,465
Isoleucina	2,57	0,892
Leucina	4,635	2,077
Histidina	1,296	0,536
Fenilalanina	2,564	1,169
Cistina	0,741	0,225

FVA-farinha de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos;
DGM- diâmetro geométrico médio

Tabela 6. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo farinhas de origem animal (FOA).

Parâmetro	FOA	Dieta			Média	CV%	P- Valor		
		A	B	C			FOA (F)	Dieta (D)	F x D
Fase pré-inicial (1 a 7 dias)									
CR (g/ave)	FVA	149,95	150,77	150,22	150,31 ^a	2,96	0,02	0,82	0,61
	FCO	148,50	145,90	146,18	146,8 ^b				
GP (g/ave)	FVA	141,11	142,9	141,6	141,91	3,74	0,64	0,26	0,56
	FCO	149,95	150,77	150,22	142,7				
CA (g/g)	FVA	1,06	1,05	1,06	1,05 ^a	4,01	0,04	0,14	0,25
	FCO	1,06	1,01	1,01	1,03 ^b				
Fase inicial (1 a 21 dias)									
CR (g/ave)	FVA	1285,25	1274,81	1290,80	1446,98	3,17	0,25	0,77	0,82
	FCO	1267,39	1280,12	1276,66	1429,20				
GP (g/ave)	FVA	989,52	986,13	1000,28	991,98	2,84	0,11	0,33	0,37
	FCO	990,12	1019,34	1012,41	1007,29				
CA (g/g)	FVA	1,465	1,457	1,453	1,45 ^a	2,62	0,004	0,39	0,68
	FCO	1,435	1,402	1,420	1,41 ^b				
Fase crescimento (1 a 35 dias)									
CR (g/ave)	FVA	3718,69	3795,38	3761,64	3758,57	4,48	0,43	0,79	0,53
	FCO	3717,42	3661,30	3763,64	3714,12				
GP (g/ave)	FVA	2317,01	2332,11	2363,24	2337,45	4,82	0,98	0,71	0,95
	FCO	2334,63	2324,28	2355,75	2338,22				
CA (g/g)	FVA	1,60	1,62	1,59	1,60	3,82	0,35	0,96	0,48
	FCO	1,59	1,57	1,59	1,58				
Fase total (1 a 42dias)									
CR (g/ave)	FVA	4953,95	5036,40	5000,42	4996,92	4,94	0,61	0,87	0,64
	FCO	4969,35	4885,46	5011,83	4955,55				
GP (g/ave)	FVA	2852,34	2867,46	2906,38	2875,39	6,85	0,88	0,82	0,95
	FCO	2833,56	2885,34	2878,11	2865,67				
CA (g/g)	FVA	1,73	1,75	1,72	1,74	4,88	0,74	0,82	0,37
	FCO	1,75	1,69	1,74	1,73				

*Letras diferentes na coluna, diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade;

P-valor: probabilidade; CV: coeficiente de variação; FxD: probabilidade da interação fator farinha e fator dieta; FVA- farinha de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos; CR-consumo de ração; GP-ganho de peso; CA- conversão alimentar.

Tabela 7. Rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo farinhas de origem animal (FOA).

Parâmetro	FOA	Dieta			Média	CV%	P- Valor		
		A	B	C			FOA (F)	Dieta (D)	F x D
Peso absoluto carcaça (g)									
Carcaça fria	FVA	2227,83	2191,27	2265	2228,03	6,66	0,95	0,66	0,36
	FCO	2259,5	2244,41	2204,66	2236,19				
Peito	FVA	853,00	843,66	886,50	861,05 ^a	5,24	0,03	0,58	0,54
	FCO	832,50	803,00	809,66	815,05 ^b				
Coxa	FVA	279,50	272,00	282,00	277,83 ^b	7,89	0,04	0,47	0,77
	FCO	292,83	285,33	287,33	288,50 ^a				
Sobrecoxa	FVA	341,00	348,50	351,83	347,11 ^b	8,02	0,013	0,40	0,21
	FCO	364,83	375,66	352,16	364,22 ^a				
Asa	FVA	206,83	215,16	212,50	211,50	6,27	0,62	0,37	0,34
	FCO	214,50	215,66	209,00	213,05				
Pescoço	FVA	126,33	142,50	140,33	136,38	6,55	0,19	0,056	0,51
	FCO	137,50	141,83	147,00	142,11				
Dorso	FVA	421,16	399,33	391,83	404,11	8,47	0,76	0,059	0,84
	FCO	417,33	402,91	399,50	406,58				
Rendimento de carcaça (%)									
Carcaça fria	FVA	77,62	78,01	79,72	78,45	5,48	0,30	0,82	0,28
	FCO	77,91	77,81	77,83	77,85				
Peito	FVA	38,24	37,55	39,05	38,28 ^a	5,88	0,001	0,34	0,92
	FCO	36,79	36,03	36,69	36,50 ^b				
Coxa	FVA	12,54	12,31	12,45	12,43 ^b	5,58	0,006	0,65	0,73
	FCO	12,98	12,84	13,02	12,94 ^a				
Sobrecoxa	FVA	15,32	15,78	15,53	15,54 ^b	6,28	0,002	0,055	0,53
	FCO	16,16	16,90	15,99	16,35 ^a				
Asa	FVA	9,31	9,73	9,41	9,48	6,61	0,80	0,11	0,87
	FCO	9,50	9,70	9,48	9,56				
Pescoço	FVA	5,66	6,65	6,22	6,17	6,74	0,22	0,057	0,47
	FCO	6,07	6,38	6,69	6,38				
Dorso	FVA	18,90	17,95	17,32	18,05	6,10	0,75	0,058	0,08
	FCO	18,47	18,13	18,11	18,23				

*Letras diferentes na coluna, diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; FVA-farina de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos; P-valor: probabilidade; CV: coeficiente de variação; FxD: probabilidade da interação fator farinha e fator dieta

Tabela 8. Peso e rendimento de órgãos e gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações contendo farinhas de origem animal (FOA).

Parâmetro	FOA	Dieta			Média	CV%	P- Valor		
		A	B	C			FOA (F)	Dieta (D)	F x D
Peso absoluto órgão (g)									
Peso vivo	FVA	2871,33	2770,66	2839,83	2827,27	6,55	0,40	0,40	0,68
	FCO	2900,33	2858,16	2834,33	2864,27				
Coração	FVA	11,35	11,66	10,19	11,07	8,51	0,84	0,15	0,56
	FCO	11,45	11,10	10,76	11,10				
Moela	FVA	31,64	32,21	31,63	31,83	11,53	0,66	0,48	0,52
	FCO	33,35	32,32	30,95	32,20				
Fígado	FVA	40,21	40,14	38,58	39,64	12,08	0,63	0,90	0,20
	FCO	38,28	38,15	40,88	39,10				
Gordura	FVA	53,16	48,89	45,54	49,20	11,97	0,12	0,29	0,82
	FCO	46,70	45,72	43,80	45,41				
Proventrículo	FVA	9,35	8,05	7,90	8,43	10,94	0,73	0,51	0,23
	FCO	7,98	8,58	8,11	8,22				
Rendimento de órgãos (%)									
Coração	FVA	0,39	0,42	0,35	0,39	7,71	0,89	0,10	0,28
	FCO	0,39	0,38	0,38	0,38				
Moela	FVA	1,10	1,16	1,11	1,12	11,79	0,90	0,53	0,54
	FCO	1,15	1,13	1,09	1,12				
Fígado	FVA	1,40 ^a	1,45 ^a	1,35 ^a	1,40	10,34	0,23	0,59	0,058
	FCO	1,31 ^b	1,33 ^b	1,44 ^a	1,36				
Gordura	FVA	1,85	1,77	1,60	1,74	12,03	0,08	0,40	0,76
	FCO	1,61	1,60	1,54	1,58				
Proventrículo	FVA	0,32	0,29	0,27	0,29	10,20	0,56	0,59	0,24
	FCO	0,27	0,30	0,28	0,28				

*Letras diferentes na coluna, diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade;

FVA-farina de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos;

P-valor: probabilidade; CV: coeficiente de variação; FxD: probabilidade da interação fator farinha e fator dieta

Tabela 9. Balanço de nitrogênio (BN), valores energéticos (EMA, EMAn) e coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), e energia bruta (CMEB) das rações contendo farinhas de origem animal (FOA) nas fases de 1 a 7 e de 1 a 21 dias das aves.

Parâmetro	FOA	Dieta			Média	CV%	P- Valor		
		A	B	C			FOA (F)	Dieta (D)	F x D
Metabolizabilidade 1-7									
BN	FVA	18,86 ^{aB}	19,37 ^{aB}	19,14 ^{aB}	19,12 ^b	3,25	0,001	0,055	0,006
	FCO	21,1 ^{abA}	20,31 ^{ba}	21,85 ^{aA}	21,09 ^a				
EMA	FVA	3169 ^{aA}	3213 ^{aA}	3027 ^{bb}	3136,7 ^b	2,01	0,001	0,14	<.0001
	FCO	3196 ^{ba}	3213 ^{abA}	3293 ^{aA}	3234,5 ^a				
EMAn	FVA	3150 ^{aA}	3193 ^{aA}	3008 ^{bb}	3117,5 ^b	2,01	0,001	0,13	<.0001
	FCO	3175 ^{ba}	3193 ^{abA}	3271 ^{aA}	3213,4 ^a				
CMMS%	FVA	61,27	59,11	59,84	60,07 ^b	2,41	0,001	0,27	0,09
	FCO	64,70	64,92	65,71	65,11 ^a				
CMPB%	FVA	54,81	54,47	55,03	54,77 ^b	3,54	0,001	0,26	0,60
	FCO	61,89	60,34	62,53	61,59 ^a				
CMEB%	FVA	66,85 ^{aB}	65,79 ^{aB}	64,82 ^{aB}	65,82 ^b	2,12	0,001	0,94	0,01
	FCO	69,55 ^{aA}	70,40 ^{aA}	71,20 ^{aA}	70,38 ^a				
Metabolizabilidade 8-21									
BN	FVA	18,39	18,91	18,68	18,66 ^b	5,75	0,001	0,81	0,26
	FCO	21,27	20,27	21,05	20,86 ^a				
EMA	FVA	3252,3	3348,2	3273,4	3291,3 ^b	3,30	0,001	0,06	0,15
	FCO	3414,4	3509,6	3593,2	3505,7 ^a				
EMAn	FVA	3233,9	3329,3	3254,7	3272,6 ^b	3,28	0,001	0,05	0,14
	FCO	3393,1	3489,3	3572,1	3484,9 ^a				
CMMS%	FVA	63,73	63,48	62,55	63,25 ^b	4,37	0,001	0,24	0,05
	FCO	65,67	69,38	70,36	68,47 ^a				
CMPB%	FVA	55,49	55,31	54,44	55,08 ^b	6,20	0,001	0,69	0,30
	FCO	61,00	62,46	64,60	62,69 ^a				
CMEB%	FVA	69,17	69,41	68,57	69,05 ^b	3,47	0,001	0,12	0,05
	FCO	71,49	74,69	75,96	74,05 ^a				

*Letras minúsculas diferentes na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; FVA-farina de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos;

P-valor: probabilidade; CV: coeficiente de variação; FxD: probabilidade da interação fator farinha e fator dieta

Tabela 10. Balanço de nitrogênio (BN), valores energéticos (EMA, EMAn) e coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), e energia bruta (CMEB) das rações contendo farinhas de origem animal (FOA) nas fases de 22 a 35 e de 36 a 42 dias das aves.

Parâmetro	FOA	Dieta			Média	CV%	P- Valor		
		A	B	C			FOA (F)	Dieta (D)	F x D
Metabolizabilidade 22-35									
BN	FVA	18,49	17,57	17,48	17,85 ^b	3,67	0,001	0,001	0,57
	FCO	21,45	20,39	19,85	20,57 ^a				
	Média	19,97 ^A	18,98 ^B	18,66 ^B					
EMA	FVA	3369,7	3300,8	3337,7	3336,1 ^b	3,29	0,001	0,79	0,50
	FCO	3543,5	3569,5	3513,7	3542,3 ^a				
EMAn	FVA	3351,4	3283,0	3321,9	3318,8 ^b	3,30	0,001	0,81	0,50
	FCO	3522,1	3549,1	3493,9	3521,7 ^a				
CMMS%	FVA	64,20	64,89	65,31	64,80 ^b	4,38	0,001	0,66	0,87
	FCO	69,66	69,17	70,55	69,79 ^a				
CMPB%	FVA	53,89	55,78	55,35	55,01 ^b	3,78	0,001	0,12	0,12
	FCO	62,99	63,98	60,74	62,57 ^a				
CMEB%	FVA	69,30	69,35	69,92	69,52 ^b	3,51	0,001	0,72	0,98
	FCO	74,19	74,03	74,94	74,39 ^a				
Metabolizabilidade 36-42									
BN	FVA	17,08	17,14	16,63	16,95 ^b	4,15	0,001	0,04	0,32
	FCO	19,03	20,01	18,95	19,33 ^a				
	Média	18,06 ^{AB}	18,58 ^A	17,79 ^B					
EMA	FVA	3358,6	3311,6	3372,8	3347,6 ^b	1,65	0,03	0,25	0,94
	FCO	3561,8	3545,7	3588,2	3565,2 ^b				
EMAn	FVA	3341,5	3294,5	3356,2	3330,7 ^b	1,64	0,04	0,23	0,94
	FCO	3542,7	3525,6	3569,2	3545,8 ^a				
CMMS%	FVA	75,14	72,06	74,18	73,80 ^b	2,26	0,007	0,055	0,21
	FCO	76,02	75,44	76,26	75,91 ^a				
CMPB%	FVA	55,78	55,85	55,04	55,56 ^b	4,84	0,001	0,95	0,76
	FCO	60,91	60,16	61,06	60,71 ^a				
CMEB%	FVA	73,87	71,72	73,61	73,06 ^b	1,81	0,002	0,12	0,49
	FCO	76,63	76,36	77,16	76,71 ^a				

*Letras minúsculas diferentes na linha e maiúsculas na coluna, diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; FVA-farina de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos;

P-valor: probabilidade; CV: coeficiente de variação; FxD: probabilidade da interação fator farinha e fator dieta

Tabela 11. Energia metabolizável corrigida (EMAn) calculada das rações com farinhas de origem animal (FVA e FCO) de acordo com os modelos de predição, e a diferença entre os valores determinados na matéria seca.

Parâmetro	Rações					
	Fase pré-inicial					
EMAn	FVA(A)	FVA(B)	FVA(C)	FCO(A)	FCO(B)	FCO(C)
Determinada	3024	3065	2887	3048	3065	3140
Predita	2960	2960	2960	2960	2960	2960
Diferença*	64 ^c	105,28 ^b	73 ^{bc}	88 ^{bc}	105,28 ^b	180,16 ^a
CV	6,27					
P	0,002					
EMAn	Fase inicial					
Determinada	3103	3195	3123	3257	3349	3429
Predita	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Diferença	54 ^c	146 ^{bc}	74 ^c	207 ^b	299 ^{ab}	379 ^a
CV	5,64					
P	0,001					
EMAn	Fase crescimento					
Determinada	3216	3151	3188	3381	3407	3353
Predita	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Diferença	66,96 ^b	1,68 ^c	38,16 ^b	231,12 ^a	257,04 ^a	203,28 ^a
CV	6,90					
P	0,001					
EMAn	Fase final					
Determinada	3207	3162	3221	3400	3384	3426
Predita	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Diferença	7,36 ^c	38 ^b	21,76 ^{bc}	200,32 ^a	184 ^a	226,24 ^a
CV	5,54					
P	0,003					
Soma total						
diferenças	192 ^c	291 ^d	206,9 ^{de}	727 ^c	846 ^b	989 ^a
CV	3,70					
P	0,001					

*Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade;

FVA-farina de vísceras de aves; FCO- farinha de carne e ossos;

P-valor: probabilidade; CV: coeficiente de variação; FxD: probabilidade da interação fator farinha e fator dieta

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As farinhas de origem animal, como a farinha de vísceras de aves e a farinha de carne e ossos são largamente utilizadas na produção de aves, pois reduzem os custos os custos com alimentação, substituindo parcialmente o farelo de soja. As farinhas possuem uma composição química bastante variável, que depende da matéria prima utilizada e do tipo de processamento.

A composição nutricional das farinhas está diretamente relacionada com a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) desses ingredientes, e para otimizar o aproveitamento desses em dietas para frangos de corte, as diferenças na energia metabolizável entre diferentes amostras de farinhas devem ser consideradas na formulação de rações.

Assim, o conhecimento da composição química, dos valores energéticos das farinhas de origem animal e da correlação existente entre eles pode ser utilizado para o desenvolvimento de equações de predição da EMAn desses alimentos e considerando a larga utilização desses ingredientes na dieta das aves, a determinação e validação dessas equações são oportunas.

A partir desses resultados, as correlações entre os componentes químicos, a variabilidade dos alimentos de origem animal, e o critério utilizado para escolha de modelos matemáticos para a determinação dos valores energéticos das farinhas de origem animal são determinantes no sucesso de formulação de rações.