

EDNEY PEREIRA DA SILVA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FARINHAS DE  
VÍSCERAS DE AVES E A UTILIZAÇÃO EM  
RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE

RECIFE  
PERNAMBUCO – BRASIL  
2009

EDNEY PEREIRA DA SILVA

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE FARINHAS DE  
VÍSCERAS DE AVES E A UTILIZAÇÃO EM  
RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*, área de nutrição de não ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello (UFRPE)

Conselheiro: Pesq. Dr. Jorge Vitor Ludke (Embrapa Suínos e Aves)

RECIFE

PERNAMBUCO – BRASIL

2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

S586a Silva, Edney Pereira da  
Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações de frangos de corte/Edney Pereira da Silva. -- 2009.  
135 f.

Orientador : Carlos Bôa-Viagem Rabello  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de Nutrição) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de  
Zootecnia.

Inclui bibliografia.

CDD 636. 508 52

1. Farinha de vísceras
  2. Frango de corte
  3. Avaliação nutricional
  4. Avaliação energética
- I. Rabello, Carlos Bôa-Viagem
  - II. Título

## **BIOGRAFIA**

**E D N E Y P E R E I R A D A S I L V A** , filho de Eliano Pereira da Silva e Edneide de Brito Silva, nasceu em Camaragibe – PE, do dia seis de setembro de 1982. Iniciou os laços com o setor agropecuário em fevereiro de 1998, sendo selecionado para cursar o Ensino Médio e o Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas, pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde após dois anos recebeu o grau de Técnico em Agropecuária. Em setembro de 2000, foi contemplado com a isenção total da taxa de inscrição do vestibular, assim possível, fez a inscrição e, em dezembro do mesmo ano, foi selecionado para iniciar o Curso de Zootecnia em agosto de 2001. Iniciou nas pesquisas na área de Enzimologia, onde, posteriormente, foi contemplado com uma bolsa pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica, nesta área. Em 2004, mudou para área de avicultura, na qual continuou bolsista pelo mesmo programa até o final do curso, em junho de 2006. A partir de agosto de 2006, iniciou as atividades no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como aluno especial. Em dezembro do referido ano, foi selecionado como aluno regular na Área de Nutrição de Não Ruminantes para iniciar as atividades em março de 2007. De agosto a dezembro de 2008, realizou “Mestrado Sanduíche” na Universidade Federal de Viçosa, por meio do Programa de Cooperação Acadêmica (PROCAD/CAPES). Em fevereiro de 2009, submeteu-se à defesa de dissertação para a obtenção do título de “Magister Scientiae”.

*Manoel Pereira da Silva e Josefa Francisca da Silva (in memoriam), meu avô Chapéu de Boné e minha avó Teté. Sei que não foi possível vocês estarem presentes na minha formatura, mas um dia lhes falarei como me fizeram falta.*

**DEDICO**

*À minha família, Eliano, Edneide, Edvânia e Eliane, pelo amor, dedicação, apoio e ensinamentos que me fizeram, hoje, à pessoa que sou. Agradeço a Deus por sua vida e por ser seu filho, Paraíba e Dona Neide, exemplos de insistência, perseverança, fé, de homem e mulher batalhadores e vencedores, de pai e de mãe. Minha fonte de inspiração. Agradeço a Deus, também, por ser irmão de Vânia e Nani, as melhores irmãs que eu poderia ter, pelos planejamentos em conjunto, objetivos, motivação e determinação para que os sonhos se tornassem realidade.*

*À minha noiva e futura esposa Michele Bernardino de Lima, pessoa doce, sensível, delicada, amável, encantadora, criativa, dedicada, companheira, cúmplice e parceira de experimento. Sem você, meu amor, esta dissertação não seria a mesma, não seria mesmo! Te amo bem muito, nenê!*

**OFEREÇO**

*Pouca ciência afasta de  
Deus. Quando  
aumentamos um pouco o  
nosso conhecimento  
científico, nos  
aproximamos dele.*

*Quando o nutricionista chega  
a um ponto de não ter dúvida,  
é sinal de que ele precisa  
estudar mais.*

*A nutrição animal é complexa  
e sabemos pouco sobre ela...*

*Ditos do Professor  
Juarez Lopes Donzelle*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo na minha vida.

À minha avó materna, Felina Ferreira de Brito, minha velha zambeta, por toda história de vida que tenho a honra de herdar e espelhar-me para tornar-se um ser humano melhor.

À minha linda família, pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida.

À minha segunda família, Júlio, Mariluce, meu irmão Jefferson e minha nenezinha Michele, pela convivência.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de cursar o Ensino Médio, Técnico e Superior.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural, por ter possibilitado a realização do Curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Banco do Nordeste, pelo financiamento do Projeto Temático de Pesquisa, por meio do Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico administrado pelo Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste.

Ao abatedouro e ao incubatório da Empresa Agropecuária Serrote Redondo, pelo apoio desprendido na realização deste trabalho, representado pela pessoal do Sr. Evânio Oliveira.

Ao Departamento de Zootecnia, à Estação de Pequenos Animais de Carpina e ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela disponibilidade das instalações para a execução dos experimentos e análises laboratoriais.



À Universidade Federal Rural do Semiárido, pela realização das análises calorimétricas, na pessoa do Agrônomo Ricardo Galvão, do Professor Alexandre Paula Braga, da Técnica de laboratório Vilma Amâncio e a estudante Maria Damaris; agradeço pelo apoio e atenção com a minha pessoa durante o período em que estive fazendo as análises de energia bruta.

Ao Prof. Dr. Carlos Bôa-Viagem Rabello, por toda confiança, companheirismo, oportunidade, ensinamentos, críticas, amizade e pela valiosa orientação. Tenho-o como exemplo de profissional a ser seguido.

Ao Pesquisador da Embrapa Suínos e aves, Dr. Jorge Vitor Ludke, por disponibilizar parte seu projeto temático para o desenvolvimento desta dissertação, pelas sugestões, apoio e confiança.

À Profa. Maria do Carmo Mohaupt Marque Ludke, pelas sugestões e ensinamentos.

Aos meus Professores da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Paulo Vanderlei, Geane Dias, Adriana Guim, Wilson Moreira, Paulo de Jesus, Moisés de Melo, Elisa Cristina e Alexandre Carneiro, pela atenção, entendimento e ensinamentos.

Aos Professores da Universidade Federal de Viçosa, Luiz Fernando Teixeira Albino, Juarez Lopes Donzele, Paulo Cezar Gomes e Horácio Santiago Rostagno, pelos ensinamentos e experiências transmitidas.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e ao programa de cooperação acadêmica PROCAD/CAPES, pela oportunidade de realização do “Mestrado Sanduíche”.

Ao Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira, pela atenção despendida na tramitação da documentação do PROCAD/CAPES.

Às Professoras, Maria Eunice Queiroz Vieira, Ana Maria Carneiro-Leão e Ana Lúcia Figueiredo Porto, por ter-me iniciado no mundo da Ciência.

À minha equipe de experimentação, Michele Bernardino, Emmanuele Arruda, Rafael Acioly e Almir Ferreira. Com essa turma, missão dada é missão cumprida e bem feita!. Obrigado de coração por toda dedicação e meticulosidade na coleta dos dados.

Aos funcionários, Sr. Antônio, Roberto, Dona Helena, Sr. Aldo, Dra. Graça, Dr. Armindo, Dona Zefinha, Didi, Cristina, Silvano, Valdênio, Manoel, Rivaldo, Vicente, Nilson e Fernando (Pezão), pela ajuda, convivência e aprendizado.

Ao grande secretário da Pós-Graduação, Senhor Nicácio, por toda boa vontade e disposição em agilizar as soluções para nossos problemas.

À Dona Severina, por toda atenção e preocupação desprendida durante toda minha permanência na estação experimental.

As trocas de experiência com os companheiros: Cristiano, Demóstenes, Elton, Fernando, Guilherme, Hiran, Jânio, Kedes, Marco Aurélio, Marcos José, Renaldo, aos Rodrigues, Stélio, Alenice, Alessandra, Aline, Amanda, Andréa, Cláudia, Cleidida, Cristina, as Fabianas, Josilaine, Keila, Nalígia, Raquel, Riviana, Valéria e Waleska.

Em especial ao casal Evaristo e Thaysa, pela convivência e todo apoio em Viçosa.

Enfim, agradeço a todo cidadão brasileiro, que sai todo dia para seu trabalho, gerando riqueza, parte da qual foi utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa.

Meu Muito Obrigado a Todos

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xiv
<b>RESUMO</b> .....	16
<b>ABSTRACT</b> .....	17
<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	22
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE A FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES NA RAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE</b> .....	22
<b>2.0 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	23
2.1 Definição da farinha de vísceras de aves.....	23
2.2 Produção nacional de farinha de vísceras de aves.....	23
2.3 Processamento para a obtenção da farinha de vísceras de aves .....	25
2.4 Principais parâmetros indicadores de qualidade da farinha de vísceras de aves .....	27
2.5 Caracterização química, física e energética da farinha de vísceras de aves .....	28
2.6 Fatores que afetam a digestibilidade dos nutrientes e os valores energéticos da farinha de vísceras de aves .....	31
2.7 Predição dos valores de energia metabolizável .....	34
2.8 Aspectos microbiológicos da farinha de vísceras e seus efeitos na dieta de frango de corte .....	38
2.9 Utilização da farinha de vísceras nas rações de frangos de corte.....	41
<b>3.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	45
<b>CAPÍTULO I</b> .....	51
<b>COMPOSIÇÃO QUÍMICA, AMINOACÍDICA E DETERMINAÇÃO DOS VALORES ENERGÉTICOS DE DIFERENTES FARINHAS DE VÍSCERAS DE AVES PARA FRANGOS DE CORTE</b> .....	51
<b>RESUMO</b> .....	52
<b>ABSTRACT</b> .....	53
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	54
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	55

RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	62
CONCLUSÕES.....	76
AGRADECIMENTOS.....	76
LITERATURA CITADA.....	77
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>83</b>
<b>PREDIÇÃO DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DA FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES PARA FRANGOS DE CORTE .....</b>	<b>83</b>
RESUMO.....	84
ABSTRACT.....	85
INTRODUÇÃO .....	86
MATERIAL E MÉTODOS .....	88
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	90
CONCLUSÕES.....	100
LITERATURA CITADA.....	102
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>106</b>
<b>USO DE FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE.....</b>	<b>106</b>
RESUMO.....	107
ABSTRACT.....	108
INTRODUÇÃO .....	109
MATERIAL E MÉTODOS .....	110
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	119
CONCLUSÕES.....	131
AGRADECIMENTOS.....	131
LITERATURA CITADA.....	132

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### CONSIDERAÇÕES INICIAIS SOBRE A FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES NA RAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Tabela 1 -	Produção brasileira de resíduo de abatedouro avícola.....	23
Tabela 2 -	Demanda por farinha de vísceras com o aumento do nível de inclusão nas rações de frango.....	24
Tabela 3 -	Resumo da demanda e oferta dos subprodutos de abatedouro avícola.....	25
Tabela 4 -	Composição química e energética de farinha de vísceras de aves.....	28
Tabela 5 -	Equações de predição dos valores de energia metabolizável da farinha de vísceras de aves .....	37

### CAPÍTULO I

#### COMPOSIÇÃO QUÍMICA, AMINOACÍDICA E ESTIMATIVAS DOS VALORES ENERGÉTICOS DE DIFERENTES FARINHAS DE VÍSCERAS DE AVES PARA FRANGOS DE CORTE

Tabela 1 -	Composição centesimal e calculada da ração-referência.....	58
Tabela 2 -	Composição físico-química e energética de farinhas de vísceras de aves.....	62
Tabela 3 -	Coefficientes de correlação entre a matéria mineral e os principais elementos minerais.....	66
Tabela 4 -	Composição aminoacídica das farinhas de vísceras de aves.....	69
Tabela 5 -	Taxa de passagem do alimento no trato gastrintestinal.....	71
Tabela 6 -	Valores energéticos de diferentes farinhas de vísceras de aves.....	73
Tabela 7 -	Metabolizabilidade aparente e verdadeira da matéria seca e da energia bruta...	75

### CAPÍTULO II

#### PREDIÇÃO DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DA FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES

Tabela 1 -	Médias da composição química e valores energéticos da farinha de vísceras	90
------------	---	----

	de aves apresentada por diferentes autores.....	
Tabela 2 -	Valores médios, máximos, mínimos e coeficientes de variação para as variáveis de composição química e energia metabolizável da farinha de vísceras de aves.....	91
Tabela 3 -	Análise de correlações entre EMAn e as variáveis estudadas.....	93
Tabela 4 -	Análise de correlações entre EMVn e as variáveis estudadas.....	95
Tabela 5 -	Equações de predição da EMAn (kcal/kg) para frangos de corte em crescimento, em função da composição química.....	97
Tabela 6 -	Equações de predição da EMVn (kcal/kg) para frangos de corte em crescimento, em função da composição química.....	99

### **CAPÍTULO III**

#### **USO DE FARINHA DE VÍSCERAS DE AVES EM RAÇÕES DE FRANGOS DE CORTE**

Tabela 1 -	Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no período experimental.....	111
Tabela 2 -	Composição energética e de nutrientes dos macroingredientes utilizados nas formulações de rações.....	113
Tabela 3 -	Composição alimentar das rações experimentais na fase inicial de 1 a 14 dias de idade.....	114
Tabela 4 -	Composição alimentar das rações experimentais na fase de crescimento de 14 a 28 dias de idade.....	115
Tabela 5 -	Composição alimentar das rações experimentais na fase de crescimento de 28 a 42 dias de idade.....	116
Tabela 6 -	Relações aminoácido/lisina obtidas com a inclusão da farinha de vísceras de ave.....	117
Tabela 7 -	Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves alimentadas com rações contendo níveis crescentes de inclusão da farinha de vísceras de aves durante as diferentes fases de criação.....	120
Tabela 8 -	Valores absolutos, rendimento de carcaça e de partes de frangos de corte industrial aos 42 dias de idade.....	128

## RESUMO

SILVA, Edney Pereira da. **Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações de frangos de corte**. 2009. 135p. Dissertação (Mestrado em nutrição de não ruminantes). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Os experimentos foram realizados com os objetivos de determinar os valores energéticos e nutricionais de farinhas de vísceras de aves (FVA) para frangos de corte. Inicialmente, analisou-se a composição de três FVAs e dois ensaios foram realizados; um para determinar a taxa de passagem e outro para determinar a energia metabolizável aparente e verdadeira corrigida (EMAn e EMVn). As FVAs apresentaram uma média de: 93,34% de matéria seca, 62,73% para proteína bruta (PB), 15,42% de extrato etéreo (EE), 5.200 kcal/kg de energia bruta (EB), e 10,18; 2,61; 1,37; 0,47; 0,59 e 0,78% para matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), cloro (Cl) e potássio (K), respectivamente. A densidade foi cerca de 457,64 g/L e o diâmetro geométrico médio de 639,09 µm. A Taxa de passagem da FVA se correlacionou-se ( $r = -99,86\%$ ) com o teor de EE. As farinhas apresentaram valores de: 3.996; 3.770 e 4.167 kcal/kg de EMAn e 4.016; 3.794 e 4.187 kcal/kg para EMVn, para as FVA A, B e C, respectivamente. Outra pesquisa foi realizada e consistiu em um levantamento bibliográfico, considerando apenas os trabalhos publicados sobre FVA desenvolvidos no Brasil, para gerar modelos de predição dos valores de EMAn e EMVn. Equações foram elaboradas para FVAs com teor médio de EE (EMAn =  $-2315,69+31,4439(PB)+29,7697(MM)+0,7689(EB)-49,3611(Ca)$ ,  $R^2 = 0,72$ ), com altos teores de EE (EMAn =  $+3245,07+ 46,8428(EE)$ ,  $R^2 = 0,76$ ) e altos teores de MM (EMAn =  $4059,15-440,397(P)$ ,  $R^2 = 0,82$ ). Para estimar os valores EMVn, duas equações foram obtidas: uma para alto teor de MM (EMVn =  $5092,57-115,647(MM)$ ,  $R^2 = 0,78$ ) e outra para baixo teor (EMVn =  $3617,83-15,7988(PB)-18,2323(EE)-96,3884(MM)+0,4874(EB)$ ,  $R^2 = 0,76$ ). Um último experimento foi realizado para verificar os efeitos da inclusão da FVA nas dietas de frangos de corte sobre o desempenho e características de carcaça. O ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça e cortes nobres mostraram resposta quadrática. A gordura abdominal aumentou linearmente. O desempenho zootécnico das aves e o rendimento de carcaça e cortes nobres foram maximizados com a inclusão de 5,3% e 6,5% da farinha de vísceras de aves na dieta, respectivamente.

## ABSTRACT

**SILVA, Edney Pereira da.** Nutritional evaluation of poultry offal meal and the use in diets of broilers. 2009. 135p. Dissertation (Masters in non-ruminant nutrition). University of Federal Rural of Pernambuco.

The experiments were conducted with the purpose of determining the values of energy and nutritional of poultry offal meal (POM) for broiler chickens. Initially was analyzed the composition of three POM and two trials were conducted, one for determining the rate of passage and another to determine the apparent and true metabolizable energy corrected (AMEn and TMEn). The POMs had an average of: 93.34% dry matter, 62.73% for crude protein (CP), 15.42% ether extract (EE), 5200 kcal / kg gross energy (GE) and 10, 18, 2.61, 1.37, 0.47, 0.59 and 0.78% for mineral matter (MM), calcium (Ca), phosphorus (P), sodium (Na), chlorine (Cl) and potassium (K), respectively. The density was about 457.64 g/L and geometric mean diameter of 639.09  $\mu\text{m}$ . The rate of passage of FVA is correlated ( $r = -99.86\%$ ) with the level of EE. Flour showed values of: 3996, 3770 and 4167 kcal / kg for AMEn and 4016, 3794 and 4187 kcal/kg for TMEn for the POM A, B and C, respectively. Another search was conducted and consisted of a bibliography revision, considering only the works published on FVA developed in Brazil, to generate models to predict the values of AMEn and TMEn. Equations were developed for POMs with medium EE content ( $\text{AMEn} = -2315.69 + 31.4439(\text{PB}) + 29.7697(\text{MM}) + 0.7689(\text{EB}) - 49.3611(\text{Ca})$ ,  $R^2 = 0,72$ ), with high levels of EE ( $\text{AMEn} = +3245.07 + 46.8428(\text{EE})$ ,  $R^2 = 0.76$ ) and high levels of MM ( $\text{AMEn} = 4059,15 - 440397(\text{P})$ ,  $R^2 = 0,82$ ). To estimate the values TMEn, two equations were obtained: one for high levels of MM ( $\text{TMEn} = 5092,57 - 115647(\text{MM})$ ,  $R^2 = 0.78$ ) and another for low ( $\text{TMEn} = 3617,83 - 15,7988(\text{PB}) - 18.2323(\text{EE}) - 96.3884(\text{MM}) + 0.4874(\text{EB})$ ,  $R^2 = 0.76$ ). A final experiment was conducted to determine the effects of inclusion of FVA in the diets of broiler chickens on performance and carcass characteristics. Weight gain, feed conversion, carcass yield and weights showed quadratic response. The abdominal fat increased linearly. The performance of livestock and poultry carcass yield and weights were maximized with the inclusion of 5.3% and 6.5% of poultry offal meal in the diet, respectively.



## 1.0 INTRODUÇÃO

O consumo de carne de frango no mundo vem aumentando desde os anos 80 e, hoje, já ultrapassou o consumo da carne bovina, segundo os números apresentados pela Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (ABEF, 2007). Este aumento no consumo de carne de frango é atribuído a dois principais fatores; um por ser boa fonte de suprimento proteico na dieta, e outro se localiza no baixo custo de aquisição, que proporcionou o acesso das camadas sociais de menor poder aquisitivo.

Essa posição alcançada só foi possível pelos constantes avanços no melhoramento genético, na sanidade, no manejo, nas instalações e na nutrição em especial. A estimativa do SINDIRAÇÕES é que o segmento de avicultura de corte tenha consumido, em 2008, aproximadamente 28.217 mil toneladas de ração. Do milho e farelo de soja demandados nas rações para animais, cerca de 47% do milho e 45% do farelo de soja são destinados à fabricação de rações para frangos de corte (SINDIRAÇÕES, 2008).

Entre 1999 a 2005, o segmento avícola registrou crescimento médio de 24,45% nas exportações segundo o relatório da União Brasileira de Avicultura (UBA, 2007). Com as ameaças da Influenza Aviária no cenário mundial, no ano de 2006, o Brasil registrou retração de 4,67% nas exportações, devido primariamente ao impacto negativo causado pela ameaça do vírus H5N1, que deprimiu o mercado avícola em todo o planeta. Contudo, a União Brasileira de Avicultura estima que, no ano de 2007, as exportações voltem a crescer em média de 5,05%. Este número pode servir como indicativo de que o fato ocorrido no cenário mundial está sendo superado.

Os principais importadores de carne de frango, no ano de 2007, segundo a ABEF, foram: Oriente Médio, Ásia, União Europeia, África e Rússia, que importaram

quantidades referidas de 948; 810; 561; 261 e 194 mil toneladas, respectivamente. As exportações brasileiras direcionadas para a Europa e o Oriente Médio, obedecem a critérios higiênico-sanitários e religiosos. O atendimento destas exigências reflete-se imediatamente nos sistemas produtivos implantados (Bellaver et al., 2005).

Esses critérios foram estabelecidos após o surgimento da Encefalopatia Espongiforme Bovina na Europa. Como medida de prevenção, esse mercado focalizou a imediata suspensão no uso de farinhas de origem animal nas formulações das dietas para animais, passando a exigir, também, que os frangos brasileiros fossem alimentados com dietas vegetais.

Conforme o relatório anual da ABEF (2007), do total da produção de carne, cerca de 32% foram destinadas aos mercados internacionais, e a maior parte (68%) foi consumida pelo mercado interno, que não faz nenhum tipo de restrição quanto ao uso de farinhas de origem animal na dieta das aves.

Segundo dados da mesma instituição, o Brasil ocupa o terceiro lugar no mercado mundial de produção de carne de frango e, para se manter neste patamar, será necessária atenção especial à questão ambiental, destacando-se a importância do aproveitamento dos resíduos da indústria avícola (Nunes et al., 2005), que tem seu volume aumentado com o crescimento na produção de frango.

Os principais resíduos na linha de abate são vísceras não comestíveis, penas, sangue e gordura. Eles são gerados no processo de abate de frangos, provindo de diversas partes dos frangos que são descartadas por não servirem para o consumo humano e sem fim comercial. Estas, por sua vez, para não entrarem em processo de decomposição, precisam ter um destino adequado que não polua o meio ambiente e que esteja de acordo com a legislação que regula o destino final dos resíduos. Os resíduos

gerados do abate de frangos são as cabeças, as penas, o sangue, as vísceras, as peles, as gorduras, os ossos e as carcaças desclassificadas, que são transformados em subprodutos no setor de graxaria (Padilha et al., 2005).

Uma forma segura de reaproveitá-los é como ingredientes para fábrica de ração, onde, normalmente, são submetidos a processos térmicos para a destruição e inativação de microrganismos patogênicos presentes. Contudo, a recontaminação pode ocorrer após processados, segundo os relatos de Oliveira (1996).

No Brasil, os primeiros estudos publicados sobre a utilização de subprodutos de abatedouro de aves como fonte de proteína em rações para frangos de corte, iniciaram-se a partir da década de 60 por Kronka & Becker (1968), complementados por Espíndola (1979) e Padilha et al. (1980).

Considerando que a alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola, medidas para reduzir estes custos podem significar aumento de lucro para o setor. Essas matérias-primas apresentam custo relativamente baixo e são boas fontes de nutrientes quando bem processadas, salientaram Bellaver et al. (2005).

Contudo, Lopez (2005) salientou que, no Brasil, um dos maiores problemas enfrentados pela indústria de alimentação animal, ainda, é a falta de uniformidade da matéria-prima existente no mercado. Isto pode ser considerado um limitante quando se deseja maior eficiência na produção, para o País, em especial, por sua posição no mercado mundial avícola. Uma solução plausível é o aumento da intensidade dos estudos relacionados aos subprodutos de abatedouro avícola, no que se refere à composição química, bem como a ensaios biológicos para explicar melhor a digestibilidade dos nutrientes, da energia e o comportamento da deposição tecidual

pelas aves alimentadas com dietas formuladas à base de farinha de vísceras de aves.

Considerando os fatos expostos, os objetivos desta pesquisa foram:

1 - Determinar a composição bromatológica e granulométrica, a taxa de passagem no trato digestivo e a metabolizabilidade da energia da farinha de vísceras de aves para frangos de corte;

2 - Gerar e avaliar equações de predição para estimar os valores de energia metabolizável para aves da farinha de vísceras de aves, em função da composição química;

3 - Avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com rações experimentais à base de farinha de vísceras de aves, comparado com a ração tradicional;

4 - Avaliar o rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com rações experimentais, formuladas com diferentes níveis de inclusão da farinha de vísceras, comparado com a ração tradicional.

# **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

*Considerações iniciais sobre a farinha de vísceras de aves na ração de frangos de corte*

## 2.0 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Definição da farinha de vísceras de aves

Segundo o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2004), 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 e de outras matérias estranhas à sua composição, bem como ser isento de materiais estranhos à sua composição e microrganismos patogênicos.

### 2.2 Produção nacional de farinha de vísceras de aves

Em 2007, 4.837.396.437 aves foram abatidas com supervisão do Serviço Federal de Inspeção (UBA, 2007). Para se fazer uma estimativa da produção de resíduo pelos abatedouros avícolas brasileiros, utilizou-se o índice de conversão estipulado por Sabino & Finzer (2006). A simulação é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Produção brasileira de resíduos de abatedouro avícola

Resíduos	Aves abatidas <sup>1</sup>	Massa processada <sup>1</sup>	ICR <sup>2</sup>		Produção de resíduo <sup>3</sup>		Média
			A	B	Índice A	Índice B	
			Cabeças	Kg	g/ave	%	
Farinha de vísceras			86	3,35	416.016	397.029	<b>406.523</b>
Farinha de pena	4.837.396.437	11.851.621.271	84	3,24	406.341	383.993	<b>395.167</b>
Gordura de frango			71	2,76	343.455	327.105	<b>335.280</b>
<b>Total</b>			<b>241</b>	<b>9,35</b>	<b>1.165.813</b>	<b>1.108.127</b>	<b>1.136.970</b>

<sup>1</sup> Dados extraídos e adaptados do relatório da UBA (2007) referente ao abate para o consumo interno + o abate para exportação)

<sup>2</sup> ICR, Índice de Conversão Residual, extraído de Sabino & Finzer (2006)

<sup>3</sup> Estimativa realizada a partir dos índices de conversão de resíduo pelo número de aves abatidas (A) e massa processada (B)

Assim, no processamento dessas carcaças (mercado interno + mercado externo), supõe-se que uma massa residual não comercializada que foi convertida em subproduto de abatedouro no setor de graxaria. Este número gira em torno de 1.136.970 toneladas, conforme mostra a Tabela 1. Desse total, cerca de 406.523 toneladas corresponderam à farinha de vísceras; 395.167 toneladas foram de farinha de pena, e 335.280 toneladas de gordura foram produzidas.

A produção de resíduo pela avicultura pode ser considerada sustentável no que se refere à reciclagem desses resíduos em forma de subproduto, via rações, das aves de corte. Isto pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2. Demanda por farinha de vísceras com o aumento do nível de inclusão nas rações de frango<sup>1</sup>

Mercado interno <sup>2</sup>	Peso médio	CA	Consumo médio Estimado		Nível de inclusão	Farinha demandada	
			Cabeças	kg/ave		kg/ave	Toneladas
3.069.636.647	2,450	1,85	4,5325	13.913.128	4*	0,181	556.525
					6	0,272	834.788
					8**	0,363	1.113.050
					10	0,453	1.391.313
					12	0,544	1.669.575

<sup>1</sup> Dados extraídos e adaptados do relatório da UBA (2007)

<sup>2</sup> Número de aves abatidas destinadas ao mercado interno

\* Nível máximo de inclusão recomendado por Rostagno et al. (2005) para farinha de pena

\*\* Nível máximo de inclusão recomendado por Rostagno et al. (2005) para farinha de vísceras

A soma dos resíduos produzidos nos abatedouros avícolas é inferior ao demandado nas rações de frango de corte, especialmente para farinha de vísceras e farinha de pena. Isto porque, com apenas 8% de inclusão nas rações de frango, a demanda é maior do que o total produzido nos abatedouros (Tabela 3); e para cada aumento percentual na inclusão da farinha de víscera na ração, cria-se uma demanda de 139.131 toneladas desse ingrediente.

Tabela 3. Resumo da demanda e oferta dos subprodutos de abatedouro avícola<sup>1</sup>

Subprodutos	Oferta <sup>1</sup>	Demanda	Demanda - Oferta
	Toneladas		
Farinha de vísceras	406.523	1.113.050 <sup>2</sup>	706.527
Farinha de pena	395.167	556.525 <sup>3</sup>	161.358
Gordura de frango	335.280	347.828 <sup>4</sup>	12.548
Total	1.136.970	2.017.403	880.433

<sup>1</sup> Dados extraídos e adaptados das Tabela 1

<sup>2</sup> Extraído do nível máximo de inclusão (8%) recomendado por Rostagno et al. (2005) da Tabela 2

<sup>3</sup> Extraído do nível máximo de inclusão (4%) recomendado por Rostagno et al. (2005) para farinha de pena; Tabela 2

<sup>4</sup> Considerou-se um nível arbitrário de 2,5% de inclusão

Contudo, vale salientar que estes dados se referem aos abates que estão sob o Serviço Federal de Inspeção, assim não contabiliza aqueles abates de frangos vendidos “na pena” para atravessadores, algo muito comum ainda na região Nordeste e, em especial, no Estado de Pernambuco.

No mesmo ano de referência, Pernambuco participou do total abatido, algo próximo de 0,89% do abate inspecionado, que corresponde a 43.092.198 aves. Nos abatedouros pernambucanos, algo próximo de 9.871 mil toneladas de resíduo foi produzido. Deste total, estima-se que 3.621; 3.520 e 2.987 toneladas corresponderam, potencialmente, à farinha de vísceras, pena e gordura de frango, respectivamente.

Especificamente para farinha de vísceras, 300 toneladas por mês, possivelmente estariam disponíveis para serem utilizados nas rações de aves. Dessa forma, é inegável a afirmativa de Bellaver & Zanotto (2004), que reiteraram que a indústria brasileira de processamento de ingredientes de origem animal é uma aliada, das mais importantes, para a manutenção do ambiente limpo.

### 2.3 Processamento para a obtenção da farinha de vísceras de aves



As vísceras não comestíveis, cabeças e pés, são conduzidas por canaletas até um depósito. Em seguida, passam numa peneira rotativa onde se faz a separação das fases sólida e líquida. O líquido segue por uma tubulação até o lavador de gases, enquanto a parte sólida é levada a um silo de estocagem.

No digestor, processa-se o cozimento do resíduo já separado, onde é submetido à esterilização em autoclave, em tempo e temperatura variáveis entre 121 °C, por 20 minutos (Lopez, 2005), e 106 °C sob uma pressão de 5,5 kgf/cm<sup>2</sup> em um tempo de 70 minutos (Sabino & Finzer, 2006).

Ao final do processo, ocorre a separação grosseira do conteúdo sólido de interesse do sobrenadante (mistura de água e gordura). O sobrenadante, água+gordura, é separado por meio de funil, descartando-se a água. Após a decantação da gordura, a borra que se acumula no fundo é reenviada para reprocessar no digestor. A gordura, então, é armazenada e, posteriormente, transportada à fábrica de ração. A parte sólida é resfriada à temperatura ambiente e ao final é moída em moinho dotado de peneiras de 6 mm (Lopez, 2005; Sabino & Finzer, 2006).

Algumas empresas adicionam antioxidante à farinha e homogeneizam ao material moído, podendo, ainda, ser levado a uma estufa com ar circulante, onde pode permanecer por aproximadamente 10 horas, a uma temperatura de 70 a 80°C. Nesta etapa, deve ser levada em consideração a umidade desejada no produto final, para a determinação dos parâmetros de operação.

Lopez (2005) ressalta, contudo que não existe na legislação nenhuma menção com relação à composição físico-química deste produto. Geralmente, a farinha segue o padrão exigido pela empresa compradora que faz a ração. O referido autor salienta ainda

que a farinha seja um produto perecível, além de possuir uma contaminação inicial devido as suas próprias características.

#### **2.4 Principais parâmetros indicadores de qualidade da farinha de vísceras de aves**

Os sistemas de análises utilizados para a aferição da composição da farinha de vísceras de aves estão baseados nas metodologias preconizadas por Weende e complementadas pelas descritas no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2004). Algumas correlações entre composição e qualidade das farinhas são descritas pela literatura recente (Bellaver & Lima, 2004; Bellaver & Zanotto, 2004).

A primeira correlação é a umidade com o aquecimento. É desejável que a umidade esteja entre 4 e 6%. Este parâmetro pode ser um indicativo de superaquecimento ou subaquecimento. Já a fibra bruta é utilizada para verificar a presença de carboidratos contidos no trato gastrointestinal e é correlacionado a períodos curtos de jejum, não devendo ser superior a 2%, enquanto a matéria mineral e a proteína bruta apresentam-se correlacionadas de forma antagônica.

As variáveis acidez e índice de peróxido indicam o grau da hidrólise das gorduras e a formação de peróxidos na farinha, respectivamente. A presença destes compostos em alto nível pode levar a um estado de toxidez no animal ao ingerir.

Os microrganismos, nomeadamente a Salmonella na farinha, não devem estar presentes em amostras de 25 g, quantificado na pesquisa de Salmonella. O processamento por calor elimina a contaminação, mas pode haver recontaminação. Atualmente, estudos têm focalizado este aspecto, uma vez que existem indícios de que a utilização de antibióticos possa estar provocando resistência dos microrganismos aos antibióticos utilizados na medicina humana. A partir disto, estão sendo impostas

restrições e até mesmo banimento desses produtos na produção animal, conforme Teixeira et al. (2003).

## 2.5 Caracterização química, física e energética da farinha de vísceras de aves

Diversos esforços descentralizados têm sido feitos para caracterizar esse ingrediente frente às oscilações oriundas de metodologias empregadas no processamento. Algumas iniciativas podem ser vistas na Tabela 4.

Tabela 4. Composição química e energética de farinha de vísceras de aves

Tabelas	PB	EE	FB	MM	Ca	P	Na	Cl	K	EMAn
	%									Kcal/kg
TBSA (1983)	56,8	20,7	1,8	9,2	2,22	1,3	---	---	---	3525
ETEVPF (1989)	71,5	7,0	1,5	18,0	---	---	---	---	---	2740
ETEVPF (1989)	64,5	23,0	0,5	11,0	---	---	---	---	---	3820
EMBRAPA (1991)	54,4	12,8	2,4	11,8	3,2	1,9				---
NRC (1994)	60,0	13,0	1,5	---	3,0	1,8	0,4	0,5	0,6	2950
TBSA (2000)	57,0	13,8	0,0	14,9	4,0	2,7	0,4	0,5	0,5	2934
TBSA (2000)	55,2	20,6	---	11,6	3,6	1,8	0,5	0,5	0,5	3682
FEDNA (2003)	61,8	19,3	1,0	6,1	1,6	0,5	0,2	0,2	0,3	3130
CBAA (2004)	55,0	10,0	0,0	15,0	5,0	1,5	---	---	---	---
TBSA (2005)	57,0	13,8	---	14,9	4,0	2,66	0,3	0,5	0,5	3259
TBSA (2005)	55,3	20,6	---	11,6	3,6	1,9	0,5	0,5	0,5	3682

TBSA, Tabela Brasileira de Suínos e Aves; Rostagno et al. (1983)

ETEVPF, European Table of Energy Values For Poultry Feedstuffs; Janssen (1989)

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa em agropecuária;

NRC, Nutrient Requirements of Poultry;

FEDNA, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal; Blas et al. (2003)

CBAA, Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal;

Até 1983, a tecnologia utilizada nas formulações de rações de aves era baseada em informações estabelecidas no exterior. Neste referido ano, Rostagno et al. (1983) publicaram a Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos, na qual a farinha de vísceras apresentava cerca 20,7% de extrato etéreo, um percentual de proteína bruta de

56,8; 9,2% de matéria mineral, 1,8% de fibra bruta e uma energia metabolizável de 3.523 kcal/kg.

Janssen (1989), por meio das Tabelas Europeias de Composição dos Alimentos para Aves, apresentou composição para dois tipos de farinha, alto e baixo teor de gordura. A composição média da farinha, para ser considerada de baixa energia, tinha de apresentar: 7% de extrato etéreo, 71,5% de proteína bruta, 18% de matéria mineral, 1,5% de fibra bruta, 2,0 de extrativo não nitrogenado e 2.740 kcal/kg de energia metabolizável. Para ser considerada de alta energia, a farinha deveria conter: 328,6% a mais de extrato etéreo e cerca de 1.081 kcal/kg a mais que a farinha de baixa energia; e os demais nutrientes, como proteína bruta, matéria mineral, fibra e extrativo não nitrogenado, assumem valores tabelados de 64,5; 11,0; 0,5 e 1,0%, respectivamente.

Em 1991, a Embrapa publicou uma Tabela de Composição Química e Valores Energéticos de Alimentos para Suínos e Aves, na qual é possível verificar as médias e desvios-padrão dos principais nutrientes para farinha de vísceras de aves, ao passo que a proteína bruta, o extrato etéreo, a fibra bruta, a matéria mineral, o cálcio e o fósforo total assumiram valores de  $54,37 \pm 2,14$ ;  $12,79 \pm 0,47$ ;  $2,44 \pm 0,28$ ;  $11,84 \pm 2,33$ ;  $3,18 \pm 0,41$ ;  $1,86 \pm 0,05$ , respectivamente. Porém os valores energéticos da farinha de vísceras não foram contemplados.

Segundo o Nutrient Requirements of Poultry (1994), este ingrediente contém 93,0% de matéria seca (MS), 2.950 kcal/kg de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), 60,0% de proteína bruta (PB), 3,10% de lisina (Lis), 0,99% de metionina (Met), 13,0% de extrato etéreo (EE), 1,50% de fibra bruta (FB), 3,0% de cálcio (Ca), 1,75 de fósforo (P), 0,55% de potássio (K), 0,54% de cloro (Cl), 0,44% de sódio (Na) e

uma quantidade considerável de colina (5,952 g/kg), 2,13 vezes mais que o farelo de soja com 44% de PB.

As Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2000) apresentam o valor médio e seus respectivos desvios-padrão para alguns nutrientes da farinha de vísceras de aves, como proteína bruta, metionina, lisina, cálcio e fósforo, como sendo,  $58,00 \pm 4,59\%$ ;  $1,97 \pm 0,42\%$ ;  $3,24 \pm 0,028\%$ ;  $4,40 \pm 1,85$ ;  $2,60 \pm 0,76$ , respectivamente. As variações para esses aminoácidos são semelhantes às anunciadas para o farelo de soja 45% de PB. Já para os minerais cálcio e fósforo, o mesmo não pode ser dito, pois seus conteúdos variam em torno de 41,47 e 31,83%, respectivamente.

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. Neste sentido, a Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (Blas et al., 2003) publicou suas Tabelas de Composição de Alimentos, a qual traz as informações referentes à farinha de vísceras de aves. Segundo as determinações químicas e biológicas, este ingrediente possui cerca de 61,8% de proteína bruta, 3,20% de lisina, 1,11% de metionina, 19,3% de extrato etéreo, 1,0% de fibra bruta, 1,62% de cálcio, 0,48% de fósforo disponível, 0,24% de sódio, 0,27% de cloro, 0,30% de potássio, 4,0 g/kg de colina e 3.130 kcal/kg de EMAn.

O Brasil é um dos maiores produtores de aves do mundo, sendo também, evidentemente, um dos maiores produtores de rações balanceadas. O nível geral da tecnologia aplicada à indústria de aves do País é dos mais elevados, particularmente no que se refere à indústria de rações (Rostagno et al., 2005).

Em parte, isto se deve aos constantes estudos dos alimentos, bem como às técnicas de determinação da digestibilidade dos nutrientes e dos valores energéticos dos ingredientes. De maneira especial, as técnicas passaram por um longo período de aprimoramento, a fim de se esmerar a qualidade dos dados gerados.

As informações mais atuais disponibilizadas para pesquisadores e nutricionistas estão contidas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2005), nas quais se encontram informações referentes à farinha de vísceras de aves e a farinha de vísceras de aves de alta gordura. Essas farinhas são semelhantes quanto aos teores de matéria seca (92,24 e 93,90%), potássio (0,53 e 0,53%) e cloro (0,51 e 0,51%), mas diferem frente às quantidades de proteína bruta (57,00 e 55,30%), lisina (3,35 e 3,09%), metionina (1,10 e 1,06%), cálcio (4,0 e 3,64%), fósforo (2,66 e 1,88%), sódio (0,39 e 0,51%), extrato etéreo (13,84 e 20,58%) e energia metabolizável (3.259 e 3.682 kcal/kg), respectivamente.

Estas informações são complementadas pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2004), o qual traz valores máximos para acidez (3,0 mg NaOH/g) e índice de peróxido (10,0 meq/kg). Quanto a suas partículas, cerca de 15% ficam retidas nas peneiras mais grossas (4, 2 e 1,2 mm) e 85% ficam retidas nas peneiras mais finas (0,60; 0,30; 0,15 mm).

## **2.6 Fatores que afetam a digestibilidade dos nutrientes e os valores energéticos da farinha de vísceras de aves**

Várias questões têm sido levantadas quanto à produtividade das atuais linhagens das aves de corte. O emprego de dados nas formulações de rações, gerados por diferentes técnicas, sem um critério de padronização, pode ser considerado uma delas.

As dúvidas começam pelos níveis de substituição, que variam de 10 a 40% nas rações-referência, gerando rações desbalanceadas nutricionalmente, que podem interferir na determinação dos valores corretos (Paula et al., 2002), sobretudo para ingredientes proteicos, uma vez que o excesso de nitrogênio não é armazenado e demanda um gasto de energia para excretá-lo, numa relação de 2 ATP/mol nitrogênio, conforme Balbino (2008).

Desta forma, Nascimento et al. (2005) verificaram que, com o aumento do nível de substituição das farinhas de vísceras na ração-referência, houve uma diminuição na estimativa do valor energético do ingrediente, com base nos resultados. Os referidos autores recomendaram o nível de 20% de substituição em ensaios de metabolismo.

Paula et al. (2002) também observaram que o aumento do nível de substituição na ração-referência diminuiu os valores energéticos da farinha de vísceras. Mas os autores sugeriram o nível de 30% de substituição, por proporcionar valores mais estáveis.

Os efeitos adversos na estimativa dos valores de energia metabolizável, advindos dos altos níveis de farinhas de origem animal, são atribuídos à possível interação entre cálcio, ácidos graxos e proteína. A baixa digestibilidade da proteína seria causada pela presença de altas quantidades de minerais, bem como pelo desequilíbrio de aminoácidos e na redução de consumo, devido à baixa palatabilidade.

Já o alto nível de cálcio (com maiores níveis de inclusão) pode interferir na absorção de gorduras, especialmente para os ácidos graxos insaturados (Pesti et al., 1986; Martosiswoyo & Jensen, 1988; Paula et al., 2002; Nascimento et al., 2005).

Entre as diferentes metodologias disponíveis para se determinarem os valores energéticos dos alimentos, tem-se o método tradicional de coleta total de excretas com pintos de corte, com idade entre 14 e 24 dias. Este método hoje é o mais usado, e por ele

se geram os dados para tabelas de composição dos alimentos. Contudo, a idade da ave no período experimental é outro fator a ser indagado nesta metodologia, pois a taxa de passagem e, conseqüentemente, a ação das secreções gástricas, variam com a idade; portanto, pode configurar-se mais uma fonte de variação nos valores de energia metabolizável dos ingredientes, segundo Yaghoobfar (2001).

A energia, por ser um dos componentes mais importantes na formulação de ração, tem seu reflexo imediato sobre o desempenho das aves. Então, torna-se imprescindível maior precisão no tocante ao conteúdo energético das formulações de rações, uma vez que a energia é considerada um dos componentes mais caros das rações de frangos de corte.

Com intuito de avaliar os valores de energia, Nascimento et al. (2002) utilizaram vários métodos, como o tradicional com pintos, o método tradicional com galos, o método de Sibbald com galos cecectomizados e com galos intactos, para estimar o conteúdo energético do alimento. Os autores verificaram que os valores de energia metabolizável diferiram de acordo com a categoria (pintos de corte e galos), verificando que o método de Sibbald, usando galos intactos ou cecectomizados, proporcionou valores energéticos semelhantes para farinha de vísceras, porém inferiores àqueles determinados com o método tradicional.

Kirkpinar et al. (2004) direcionaram seus estudos com intuito de verificar o efeito da suplementação de enzima e pré-biótico na ração sobre o digestibilidade dos nutrientes da farinha de vísceras de aves e puderam constatar, em seus experimentos, melhora na eficiência proteica nas rações que foram suplementadas com esses aditivos.

A grande variação na composição dos alimentos disponíveis no Brasil, devido a diversos fatores, é o principal desafio enfrentado pelos nutricionistas. Assim, vários



estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de atualizar os valores apresentados nas tabelas de composição dos alimentos, com o intuito de torná-las mais completas, bem como disponibilizar maior número de informações para os formuladores de rações.

## **2.7 Predição dos valores de energia metabolizável**

Diante da variabilidade na composição química da farinha de vísceras de aves, pesquisadores e nutricionistas têm encontrado empecilhos no uso deste ingrediente nas rações. Estes empecilhos, em suma, dizem respeito ao nível ideal de utilização e qual matriz nutricional adotar na hora de formular.

Uma vez que o atendimento correto das necessidades diárias das aves é de fundamental importância para o seu desenvolvimento e conseqüente sucesso da formulação, cabe ao nutricionista encontrar meios para ponderar estas variantes inevitáveis na composição dos ingredientes e, buscar sempre a maior aproximação dos níveis anunciados na fórmula com aqueles que estão disponíveis na ração.

Assim, a primeira forma seria a determinação da composição química completa dos ingredientes utilizados na formulação, contudo é demorada e, muitas vezes, trabalhosa; porém, existe agilidade com o uso da tecnologia do NIR, mas ainda se configura uma forma onerosa e impraticável para a maioria das empresas. Desta forma, a única opção que resta aos formuladores, é recorrer ao uso de tabelas de composição e valores energéticos.

Outra forma é a utilização de equações de predição. Esta alternativa confere importante ferramenta de que o nutricionista dispõe para corrigir as variações presentes nos ingredientes. Albino & Silva (1996) propuseram que a utilização das equações de predição, para determinar os valores energéticos de alimentos de origem animal,

constitui uma alternativa viável e prática para corrigir as variantes na composição destes ingredientes, que são inerentes ao processo de produção, e ajustam-se bem aos procedimentos de controle de qualidade de rotina, apresentando valores de energia metabolizável mais profícuo que os dados, estimados diretamente de tabelas, além de dispensar ensaios biológicos, que são onerosos e necessitam de tempo para execução e análises laboratoriais.

Foram encontrados 22 modelos para prever a energia metabolizável da farinha de vísceras de aves na presente revisão (Tabela 5). Deste total, 8 predizem o valor energético no sistema de energia metabolizável aparente para o balanço de nitrogênio, e os outros 14 predizem no sistema de energia metabolizável verdadeira, também corrigida para o balanço de nitrogênio. Estes dois sistemas de partição de energia, intrinsecamente são diferentes, primariamente pela metodologia de obtenção e de forma implícita, o efeito fisiológico da idade da ave sobre o aproveitamento da energia, demonstrado pela categoria utilizada em cada método.

Assim, o sistema aparente e suas respectivas equações foram determinados pelo método de coleta total (Hill & Anderson, 1958), e no outro sistema, as equações anunciadas foram obtidas pelo método de Alimentação forçada descrita por Sibbald (1976).

De forma geral, observa-se que o número de variáveis consideradas no modelo de predição é algo de grande valia, pois deseja-se que a variável a ser predita ( $\hat{Y}$ ) assumam correlações com aquelas análises laboratoriais mais simples e rotineiras, ao passo que a outra hipótese é idealizada para que seja monovariada.

Contudo, nem sempre isto é possível. Esse fato pode ser constatado nas equações de Robbins & Firman (2006)  $EMV_n = -2486 + 71,2X(\text{Umidade}) + 0,9X(\text{EB}) -$

$0,2X(\text{Fe}) + 67,7X(\text{Ca}) + 1036,7X(\text{K})$ ,  $R^2 = 0,98$  e dos pesquisadores Pesti et al. (1986), onde as equações monovariadas obtidas por eles, uma depende de uma bomba calorimétrica ( $\text{EMVn} = -725 + 841X(\text{EB})$ ,  $R^2 = 0,64$ ), e a outra, de um espectrofotômetro de absorção atômica para determinar com precisão o teor de cálcio na amostra ( $\text{EMVn} = 4,07 - 142X(\text{Ca})$ ,  $R^2 = 0,64$ ).

Tabela 5. Equações de predição dos valores de energia metabolizável da farinha de vísceras de aves

SE	Constante	UMI	PB	EE	MM	EB	Ca	P	K	Fe	DGM	PEP	R <sup>2</sup>	Autor
EMAn	---		31,02	74,23									---	Janssen, 1989 <sup>1</sup> (kJ/kg)
EMAn	---		31,02	78,87									---	Janssen, 1989 <sup>2</sup> (kJ/kg)
EMVn	-725					0,841							0,64	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	4,07						-142						0,72	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	4,33				-61								0,79	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	5,06				-263		+491						0,90	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	479		89					1,094					0,91	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	11,34		-103				-327						0,91	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	934		-69		-110								0,92	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	561						-154	-622					0,93	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	556				-63			-506					0,93	Pesti et al., 1986 <sup>1</sup>
EMVn	2587			63,4									0,69	Dale et al., 1993 <sup>1</sup>
EMVn	2904			65,1	-54,1								0,80	Dale et al., 1993 <sup>1</sup>
EMVn	1728		6,0	77,9	-40,7								0,81	Dale et al., 1993 <sup>1</sup>
EMAn	7.669,37		-55,154		-78,2412		-264,726	471,567					0,87	Nascimento 2000 <sup>1</sup>
EMAn	4.592,56				-45,6345		-135,306	273,728			-		0,89	Nascimento 2000 <sup>1</sup>
EMAn	4.723,02				-60,5854						-1040,3	10,1511	0,89	Nascimento 2000 <sup>1</sup>
EMAn	3.743,82				-33,1242		-223,441	390,857					0,77	Nascimento 2000 <sup>1</sup>
EMAn	5.164,48				-49,4898						-		0,81	Nascimento 2000 <sup>1</sup>
EMAn	1.071,19		60,7283								1525,74		0,85	Nascimento 2000 <sup>1</sup>
EMVn	4491,3		-28,1										0,11	Robbins & Firman, 2006 <sup>1</sup>
EMVn	-2486	71,2				0,9	67,7		1036,7	-0,2			0,98	Robbins & Firman, 2006 <sup>1</sup>

SE, sistema de energia; <sup>1</sup> Farinha de vísceras de aves; <sup>2</sup> Farinha de vísceras de alta gordura; EMAn, determinada pelo método tradicional de coletada total de excreta; EMVn, determinada pelo método de alimentação forçada; UMI = umidade; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio (%); P = fósforo (%); K = Potássio, Fe = ferro; DGM = diâmetro médio geométrico (µm); PEP = digestibilidade em pepsina 0,002% e R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

Equipamentos sofisticados e onerosos se fazem necessário para utilização de algumas equações de predição, realidade que não se verifica em boa parte das fábricas de ração no Brasil. Robbins & Firman (2006) obtiveram uma equação monovariada em função de uma análise de proteína bruta ( $EMV_n = 4491,3 - 28,1X(PB)$ ,  $R^2 = 0,11$ ), porém ela apresentou baixo coeficiente de correlação.

## **2.8 Aspectos microbiológicos da farinha de vísceras e seus efeitos na dieta de frango de corte**

A microflora intestinal é parte integrante do sistema digestório de todos os animais. O trato gastrointestinal encontra-se constantemente em contato com a microbiota exógena, que pode, ou não, ser antagônicas aos microrganismos não patogênicos, lactobacilos e bifidobactérias, que agem suprimindo a formação de produtos tóxicos daquelas bactérias patogênicas.

As bactérias gastrintestinais obtêm a maior parte de sua energia para reprodução e crescimento a partir dos componentes da dieta. As espécies bacterianas diferem em relação a suas preferências a substratos e suas necessidades de crescimento. Desta forma, a composição química e a estrutura da digesta determinam amplamente a distribuição da comunidade microbiana no trato intestinal (Apajalahti et al., 2001).

Crê-se que os antibióticos aumentem a produtividade graças a sua atividade, sendo especialmente úteis a animais jovens, constituindo uma ferramenta para controlar processos entéricos de natureza subclínica, frequentes em produção intensiva, em que o *Clostridium perfringens* se destaca como agente causativo, segundo Long et al. (1974), apud Mateos et al. (2002).

As aves vivas carregam um grande número de diferentes microrganismos na pele, patas e penas, sendo o *Staphylococcus aureus* o patógeno de maior importância, e no trato intestinal, a *Salmonella* e a *Escherichia* (Molla & Mesfin, 2003). Estes enteropatógenos originam-se em diferentes fontes no ambiente avícola e as características de colonização são diferentes. Uma vez contaminada por *Salmonella*, a ave tende a concentrar-se em seu ceco, de onde pode ser excretada por um longo período, sem que a ave apresente sintomas de doença. Como resultado, dissemina-se pelo plantel, e a *Salmonella* contida nas fezes passa a contaminar a pele e as penas dos animais (Delazari, 2001).

O papel da ração e dos ingredientes na disseminação tem motivado o controle destes insumos. O autor supracitado refere-se que menos de uma célula de *Salmonella* por grama de ração seja suficiente para estabelecer uma colonização em pintinhos de um a sete dias. Somado à ração, incluem-se também a progênie, os incubatórios e as sujidades ambientais.

Oliveira (1996) avaliou os pontos críticos de contaminação por *Salmonella sp* no processo de fabricação da farinha de vísceras e, diante dos resultados, foi possível concluir que o tratamento térmico empregado no processamento industrial é capaz de eliminar a *Salmonella* das vísceras, mas a farinha pode recontaminar-se durante a fase de resfriamento e armazenagem. Além disso, a autora ressaltou que a farinha de vísceras contaminada, quando utilizada, pode favorecer a persistência de *Salmonella* na própria empresa. Por isso, o aproveitamento das vísceras sob a forma de farinha deve estar condicionado a um monitoramento permanente, a fim de evitar que as rações já saiam da fábrica contaminadas com *Salmonella*.

Quanto ao *Campylobacter*, ele permanece livre na camada de mucina do intestino, podendo ser veiculado por moscas, pássaros, roedores, solado dos calçados e, possivelmente, pela água não tratada; e ao contrário da *Salmonella*, raramente é encontrado na ração ou no incubatório (Delazari, 2001). Contudo, Udayamputhoor et al. (2003) formularam três dietas com diferentes fontes proteicas e mesmo nível nutricional, sendo a primeira composta por ingredientes vegetais (milho, farelo de soja e de trigo); a segunda, composta por ingredientes de origem animal (farinha de carne, de vísceras, de pena e de peixe), e a terceira, uma dieta mista composta por milho, farelo de soja e de trigo, farinha de carne, de vísceras, de pena e de peixe. Ao final, concluíram que a dieta formulada com proteína vegetal causou redução significativa na colonização cecal de *C. jejuni* em frangos de corte.

As consequências da ativação do sistema imune refletem-se na diminuição do consumo de alimento, ganho de peso e piora na conversão alimentar (Klasing et al., 1987), sendo o consumo de alimentos a primeira resposta biológica da mudança ocorrida no equilíbrio da microbiota intestinal. Diversos trabalhos indicam que a resposta funcional vem modulada pelo estado sanitário do trato intestinal. Quando a capacidade do sistema é insuficiente, as respostas fisiológicas, hormonais e imunológicas conduzem a uma diminuição do apetite, bem como a diarreias mecânicas, com a finalidade de reduzir ou, se for o caso, eliminar a causa do problema.

Assim, o contato entre os microrganismos patogênicos e as células do hospedeiro é mediado por fímbrias expressas na superfície bacteriana. As células acometidas pelos fatores de virulência dos microrganismos induzem a um evento de defesa, chamado de quimiotaxia; por sua vez, é acompanhado da produção de um peptídeo chamado de citocina, que percorre o sistema periférico, exercendo uma modulação no sistema

nervoso central, que inicia uma resposta imune. Várias respostas são codificadas, e a principal é de interesse zootécnico, a redução no consumo. Concomitantemente, ocorrem sinalizações endócrinas que levam à proteólise muscular, com a finalidade de permitir o aporte proteico demandado pela ativação da resposta imune (Klasing et al., 1987; Klasing, 1988).

Frente a estes desafios, existem algumas práticas: a primeira seria a utilização de alimentos mais digestíveis, prática que evita maior aporte de resíduo no intestino grosso, ou seja, menos substrato para a flora local. A segunda consiste em melhorar a estrutura do estado de saúde do intestino (Sell, 1996; Lilburn, 1998). A terceira opção seria melhorar a digestibilidade das matérias-primas, mediante o uso de enzimas exógenas, pois, o farelo de soja contém quantidade considerável de polissacarídeos não amiláceos - PNAs (Kocher et al., 2003), resistentes à digestão no intestino delgado e potencialmente fermentáveis no intestino grosso.

## **2.9 Utilização da farinha de vísceras nas rações de frangos de corte**

O trabalho de Fuller (1956) é considerado um dos pioneiros sobre o estudo da inclusão da farinha de vísceras de aves nas rações de aves. Este autor concluiu que este resíduo se apresentava como uma boa fonte de proteína, contendo, ainda, fatores de crescimento não identificados. Na oportunidade, o referido autor afirmou que a qualidade da farinha de vísceras de aves se assemelhava à farinha de peixe e recomendou seu uso em rações práticas.

Posteriormente, Wehunt et al. (1960) verificaram que a adição da farinha de vísceras de aves na ração de frangos de corte, na fase inicial, melhorou o ganho de frangos. Entretanto, Biely et al. (1972) verificaram que o aumento de cinco para 20% de



inclusão da farinha de vísceras de aves na ração de frangos de corte fêmeas afetou negativamente o peso vivo e a eficiência alimentar das aves.

No Brasil, a farinha de vísceras era utilizada para melhorar a qualidade de outros subprodutos avícolas, como a farinha de pena e a farinha de sangue. Devido ao baixo valor biológico, essas farinhas tinham seu uso restrito à alimentação de aves; baseados nesta premissa, alguns estudos foram realizados em busca de diferentes formas de utilização, bem como processamento, visando a seu melhor aproveitamento (Kronka & Becker, 1968; Espindola, 1979; Padilha et al., 1980).

Padilha et al. (1980) utilizaram farinha de vísceras de aves e farinha de penas como única fonte proteica em rações experimentais. Estes autores verificaram que, à medida que aumentou a proporção (0:0; 1:1; 1:2; 1:4) de farinha de pena nas rações, as aves respondiam com menor ganho de peso.

O desenvolvimento da ciência da nutrição permitiu maior precisão no atendimento às exigências nutricionais dos animais; e com esse avanço, maior segurança vem-se depositando nas formulações de ração, sobretudo na área de experimentação.

Escalona & Pesti (1987) incluíram três farinhas de vísceras de aves em dois níveis (5 e 10%), em rações formuladas à base de milho, farelo de soja e gordura de frango, com os mesmos níveis nutricionais de energia metabolizável, proteína, metionina + cistina, cálcio e fósforo disponível, mas similares para lisina. As análises de contrastes realizadas pelos pesquisadores revelaram que os ganhos de peso e a eficiência alimentar das aves foram semelhantes, não havendo diferença entre a ração-referência (milho, farelo de soja e gordura de frango) e as demais formuladas com a inclusão das diferentes farinhas, mas o nível de 5% de inclusão da farinha promoveu maior ganho de peso.

A formulação com base no conceito de proteína ideal é mais eficiente quando são usados ingredientes alternativos ao milho e ao farelo de soja. Bellaver et al. (2001), baseados neste conceito, substituíram parcialmente o farelo de soja pela farinha de vísceras de aves e observaram que a inclusão de 20%, na fase inicial, e 25% na fase final de frangos de corte, melhorou o desempenho até os 21 dias, não alterando o desempenho até os 42 dias em dietas formuladas dentro do conceito de proteína ideal.

Atualmente, algumas questões concernentes ao uso da farinha de vísceras estão sendo discutidas, uma das quais se refere ao balanço eletrolítico ideal em rações com a inclusão da farinha. Por definição, é dito como sendo a diferença entre a concentração total de ânions e cátions da ração (Mongin, 1994). O equilíbrio ácido-básico pode influenciar no crescimento, no apetite, no desenvolvimento ósseo, na resposta ao estresse térmico e no metabolismo de certos nutrientes, como aminoácidos, minerais e vitaminas, conforme Patience (1990).

Esses aspectos assumem importância, especialmente para aquelas dietas contendo altos níveis de inclusão de proteínas de origem animal, que ocasionaram menores quantidades de K na dieta, devido à redução da inclusão do farelo de soja, e isto pode levar ao desbalanço de eletrólitos, podendo alterar o desempenho do animal.

Preocupados com esse efeito, Oliveira et al. (2003) conduziram experimentos em busca de determinar o melhor balanço eletrolítico para frangos de corte na fase inicial, alimentados com rações formuladas à base de milho, farelo de soja e farinha de vísceras (5%). Os níveis eletrolíticos aplicados nas rações foram de 205; 235; 265; 295 e 325 meq/kg. Os resultados demonstraram um comportamento quadrático, estimando o nível de 292 meq/kg para atender ao ganho de peso e minimizar a conversão alimentar, contudo, elevou a umidade de cama.

Hossain et al. (2003) substituíram de forma isométrica a farinha de peixe (FP) por farinha de vísceras de aves (FVA), nas seguintes proporções: 100% FP + 0% FVA; 50% FP + 50% FVA e 100% FVA + 0% FP. Os referidos autores observaram que o peso vivo das aves, aos 7; 14; 21; 28; 35 e 42 dias de idade foi afetado pelos níveis de substituição. Os tratamentos equidistantes (100% de FP *versus* 100% FVA) revelaram uma diferença de 17; 40; 90; 133; 187 e 297 gramas por ave, para as referidas idades, superioridade observada para o nível em que a FVA substituiu 100% a FP.

O nível de 6,0% de inclusão da farinha de víscera na ração de frangos de corte, na fase inicial 1 a 21 (Cancherini et al., 2005a), crescimento 22 a 42 (Cancherini et al., 2005b) e final 43 a 49 dias de idade (Cancherini et al., 2004), pode ser praticado, pois a farinha apresenta bom equilíbrio de aminoácidos essenciais, desde que bem processada.

Isika et al. (2006), utilizando níveis menores de inclusão (1,5 e 3,0%) da farinha de vísceras na ração de frangos de corte, não encontraram efeito dos níveis sobre o desempenho, rendimento de carcaça e retenção de nutrientes (matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cálcio e fósforo) no corpo das aves.

A elevação do custo do farelo de soja tem motivado estudos nas mais diferentes regiões do mundo. Os pesquisadores Iranianos Hassanabadi et al. (2008) incluíram 3; 6; 9; 12 e 15% de farinha de vísceras de aves em rações formuladas à base de milho e farelo de soja, para aves de 22 a 44 dias; os autores concluíram que as aves alimentadas com a ração formulada com 6% da farinha de vísceras de aves apresentaram o máximo ganho e melhor eficiência.

Frente às diferentes respostas dos animais aos níveis de inclusão da farinha de vísceras na ração, tornam-se necessários estudos regionalizados para recomendar a sua utilização de forma mais criteriosa nas rações de aves.

### 3.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T. & SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p.361-388.
- APAJALAHTI, J.H.A.; KETTUNEN, A.; BEDFORD, M.R.Y.; HOLBEN, W.E. Percent G+C profiling accurately reveals diet-related differences in the gastrointestinal microbial community of broiler chickens. **Applied And Environmental Microbiology**. v.67, p.5656-5667, 2001.
- BALBINO, E.M. **Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos mantidos em dois ambientes térmicos (22 e 32 °C), utilizando rações suplementadas ou não com aminoácidos industriais.** Viçosa -MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008, 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- BELLAVER, C. & LIMA, G.J.M.M. Pontos críticos para a utilização de proteínas e de Gorduras de origem animal. In: I SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO ANIMAL. **Anais...** Campinas - SP, 2004, 1-17p.
- BELLAVER, C. & ZANOTTO, D.L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal. In: CONFERÊNCIA APINCO 2004. **Anais...** Santos-SP, 1-22p.
- BELLAVER, C.; BRUM, P.A.R.; LIMA, G.M.M.; BOFF, J.; KERBER, J. 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**, v.3, n.3, p.233-240, 2001.
- BELLAVER, C.; COSTA, C.A.F.; ÁVILA, V.S.; FRAHA, M.; LIMA, G.J.M.M.; HACKENHAR, L.; BALDI, P. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.671-677, 2005.
- BLAS, C.; MATEOS, G.G.; REBOLAR, P.G. **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos.** 2.ed. Madri: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal – FEDNA, 2003. 253p.
- BIELY, J.; SOONG, R.; SEIER, L.; POPE, W.H. Dehydrated poultry waste in poultry ration. **Poultry Science**. v.51, n.5, p.1502-1511, 1972.

CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; BARBOSA, M.J.B.; OLIVEIRA, M.C. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas para frangos de corte com base no conceito de proteínas bruta e ideal, no período de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2060-2065, 2004.

CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; OLIVEIRA, M.C.; ANDREOTTI, M.O.; BARBOSA, M.J.B. 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**, v.34, n.2, p.529-534, 2005a.

CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; OLIVEIRA, M.C.; ANDREOTTI, M.O.; BARBOSA, M.J.B. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.535-540, 2005b.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sindirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA. 2004. 298p.

DELAZARI, I. Abate e processamento de carne de aves para garantia de qualidade. Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...** Campinas-SP. Brasil. 2001; 1: 191-204.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia: EMBRAPA- Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991. 97p. (Embrapa – CNPSA. Documentos,19).

ESCALONA, R.R & PESTI G.M. Nutritive value of poultry by-product meal. 3. Incorporation into practical diets. **Poultry Science**, v.66, n.6, p.1067-1070, 1987.

ESPÍNDOLA, G.B. **Substituição da farinha de peixe por subprodutos da indústria avícola na alimentação de frango de corte**. Santa Maria-SC: Universidade Federal de Santa Maria, 1979. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1979.

FULLER, H.L. The value of by-products as sources of protein and unidentified growth factors I broiler ration. **Poultry Science**, v.35. p1143 (Abstract). 1956.

HASSANABADI, A.; AMANLOO, H.; ZAMANIAN, M. Effects of substitution of soybean meal with poultry by-product meal on broiler chickens performance. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.7, n.3, p.303-307, 2008.

HILL, F.W. & ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. **The Journal of Nutrition**, v.64, n.4, p.587-608, 1958.

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

ISIKA, M.A.; AGIANG, E.A.; ENEJI, C.A. Complementary effect of processed broiler offal and feather meals on nutrient retention, carcass and organ mass of broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.6, p.656-661, 2006.

JANSSEN, W.M.M.A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3.ed. Beekbergen, 1989. 84p. (Spelderholt Center for Poultry Res. and Information Services).

KIRKPINAR, F.; AÇIKGÖZ, Z.; BOZKURT, M.; AYHAN, V. Effects of inclusion of poultry by-product meal and enzyme-prebiotic supplementation in grower diets on performance and feed digestibility of broilers. **British Poultry Science**, v.45, n.2, p.273-279, 2004.

KLASING, K.C. Nutritional aspects of leukocytic cytokines. **The Journal of Nutrition**. v.118, n.12, p.1436-1446, 1988.

KLASING, K.C.; LAURIN, D.E.; PENG, R.K.; FRY, D.M. Immunologically mediated growth depression in chicks: Influence of feed intake, corticosterone and interleukin-1. **The Journal of Nutrition**. v.117, n.9, p.1629-1637, 1987.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; ROSS, G.; BROZ, J.; CHUNG, T.K. Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn-soybean meal-based diets in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.12, n.3, p.275-283, 2003.

KRONKA, R.N. & BECKER, M. Utilização da farinha de pena como fonte de proteína animal no crescimento de aves para corte. **Boletim da Indústria Animal**, v.25, n1, p. 211-215, 1968.

LILBURN, M.S. Practical aspects of early nutrition for poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v.7, n.4, p.420-424, 1998.

LOPES, M.H. **Resposta técnica. Serviço brasileiro de respostas técnicas**. 1-3p 2005. Disponível em < <http://www.sbrt.ibict.br> > acessado em maio de 2007.

MARTOSISWOYO, A.W. & JENSEN, L.S. Available energy in meat and bone meal as measured by different methods. **Poultry Science**, v.67, n.2, p.280-293, 1988.

MATEOS, G.G.; LÁZARO, R.; GRACIA M.I. **Modificaciones nutricionales y problemática digestiva en aves**. In: XVIII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA-Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2002, 1-23p.

- MOLLA, B. & MESFIN, A. A survey of Salmonella contamination in chicken carcass and giblets in Central Ethiopia. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v.154, n.4, p.267-270, 2003.
- MONGIN, P. Balance electrolytique em nutrition avicole. Simpósio Internacional de Produção de Não Ruminantes; **Anais... XXXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Maringá: EDUEM, 1999. 115-118p.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TORRES, R.A. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002. (suplemento)
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.877-881, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Poultry**. 9. ed., Washington, DC. National Academy Press 1994; p.155.
- NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; NUNES, C.G.V.; CAMPESTRINI, E.; KÜHL, R.; ROCHA, L.D.; COSTA, F.G.P. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1217-1224, 2005.
- OLIVEIRA, E.C.; MURAKAMI, A.E.; FRANCO J.R.G., CELLA, P.S.; SOUZA, L.M.G. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.2, p.293-299, 2003.
- OLIVEIRA, G. **Avaliação dos pontos críticos de contaminação por Salmonella sp no processo de fabricação da farinha de vísceras destinadas à fabricação de rações para aves**. Porto Alegre-RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.
- PADILHA, A.C.M.; LEAVY, S.; SAMPAIO, A.; JERÔNIMO, F.B. Gestão ambiental de resíduos da produção na Perdigão Agroindustrial S/A - Unidade Industrial de Serafina Corrêa - RS. In: XLIII CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, "Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial", 2005, Ribeirão Preto. **Anais... Ribeirão Preto: SOBER**, 2005. p.1-15.
- PADILHA, M.T.S.; LEBOUTE, E.M.; MACIEL, M.L.C.; PADILHA, J.C.F. Utilização de subprodutos de abatedouro de aves como fonte de proteína em rações para

frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.203-213, 1980.

PATIENCE, J. F. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal Animal Science**.v.68, n.2, p.398-408, 1990.

PAULA, A.; BRUM, P.A.R.; AVILA, V.S.; MAIER, J.C. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos e farinha de vísceras determinados com diferentes níveis de substituição para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.1, p. 51-55, 2002.

PESTI, G.M.; FAUST, L.O.; FULLER, H.L.; DALE, N.M.; BENOFF. F. H. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. **Poultry Science**, v.65, n.12, p.2258-2267, 1986.

UBA-RELATÓRIO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS (2006/2007). Disponível em <<http://www.abef.com.br/>>, acessado em maio de 2007.

UBA-RELATÓRIO ANUAL DA UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA (2006/2007). Disponível em <[http://www.uba.org.br/ubanews\\_files/relatorio\\_uba\\_06\\_07\\_baixa\\_1.pdf](http://www.uba.org.br/ubanews_files/relatorio_uba_06_07_baixa_1.pdf)>, acessado em maio de 2007.

ROBBINS, D.H. & FIRMAN, J.D. Evaluation of the metabolizable energy of poultry by-product meal for chickens and turkeys by various methods. **International Journal of Poultry Science**. v.5, n.8, p.753-758, 2006.

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. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. v.1. 186 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M; LOPES, D.C. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 1. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2000. v.1. 141 p.

ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; FONSECA, J.B.; SOARES, P.R.; PEREIRA, J.A.A.; SILVA, M.A. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 1983. 61p.



SABINO, H.F.N.& FINZER, J.R.D. Subprodutos no processamento de aves. In: V JORNADA CIENTÍFICA FACULDADE ASSOCIADAS DE UBERABA, 2006, Uberaba. **Anais...** Uberaba: FAZU, 2006. CD-ROM.

SELL J.L. Physiological limitations and potential for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. **Journal of Applied Poultry Research**, v.5, n.1, p.96-101. 1996.

SIBBALD, I.R. Bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.55, p.303-308, 1976.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Disponível em <  
[http://www.sindiracoes.org.br/imagens/UserFiles/Image/Sindiraes/Perfil/Perfil\\_2006\\_2E\\_Produc\\_Bras\\_15.gif](http://www.sindiracoes.org.br/imagens/UserFiles/Image/Sindiraes/Perfil/Perfil_2006_2E_Produc_Bras_15.gif)>, acessado em maio de 2008.

TEIXEIRA, A.S.; CAVALCANTI, J.S.; OST, P.R.; SCHOULTEN, N.A. Probióticos em rações para frangos de corte utilizando farinha de carne e ossos com diferentes níveis de contaminação bacteriana. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.4, p.927-933, 2003.

UDAYAMPUTHOOR, R.S.; HARIHARAN, H.; LUNEN, T.A.V.; LEWIS, P.J.; HEANEY, S.; PRICE, L.; WOODWARD, D. Effects of diet formulations containing proteins from different sources on intestinal colonization by *Campylobacter jejuni* in broiler chickens. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v.67, n.3, p.204-212, 2003.

WEHUNT, K.E.; FULLER, H.L.; EDWARDS JR., H.M. The value nutritional hydrolyzed poultry manure for broiler chickens. **Poultry Science**. v.39, n.4, p.1057-1063, 1960.

YAGHOBFAR, A. Effect of genetic line, sex of birds and the type of bioassay on the metabolizable energy value of maize. **British Poultry Science**, v.42, n.3, p.350-353, 2001.

# CAPÍTULO I

*Composição química, aminoacídica e determinação dos valores energéticos de diferentes farinhas de vísceras de aves para frangos de corte*

## **Composição química, aminoacídica e determinação dos valores energéticos de diferentes farinhas de vísceras de aves para frangos de corte**

**RESUMO** – Objetivou-se com esta pesquisa determinar a composição química, aminoacídica, estimar a taxa de passagem no trato digestivo e os valores energéticos de diferentes farinhas de vísceras de aves em experimento realizado com frangos de corte. Três amostras de farinha de vísceras de aves (A, B e C) foram analisadas quanto aos seus componentes químicos e aminoácidos essenciais. Para a obtenção dos valores energéticos das farinhas utilizou-se o método da coleta total de excretas em um experimento utilizando 150 frangos de corte, machos e fêmeas, da linhagem Cobb, distribuídos num delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições de seis aves por unidade experimental (composta por três machos e três fêmeas), com idade inicial de 15 dias. Os tratamentos foram: uma ração-referência, três rações-teste compostas por 25% do ingrediente teste + 75% da ração referência e um grupo de aves mantidas em jejum para coleta da perda endógena e metabólica. Para a obtenção da taxa de passagem do alimento, 90 aves de corte (45 machos e 45 fêmeas) da linhagem Cobb, com idade inicial de 26 dias, distribuídas num delineamento inteiramente casualizado em três tratamentos e cinco repetições de seis aves por unidade experimental (três machos e três fêmeas). As farinhas apresentaram composição média de 93,34% de matéria seca, 62,73% para proteína bruta, 15,42% de extrato etéreo, 5.200 kcal/kg de energia bruta, 10,18%; 2,61%; 1,37%; 0,47%; 0,59% e 0,78% para matéria mineral, cálcio, fósforo, sódio, cloro e potássio; a densidade média foi de 457,64 g/L e um diâmetro geométrico médio de 639,09  $\mu\text{m}$ . A Taxa de passagem da FVA correlacionou-se ( $r = -99,86\%$ ) com teor de EE. As farinhas apresentaram valores de energia metabolizável de 3.996; 3.770 e 4.167 kcal/kg de EMAn e 4.016; 3.794 e 4.187 kcal/kg para EMVn para as amostras A, B e C, respectivamente.

**Palavras-chave:** coleta total, digestibilidade, energia metabolizável, subproduto abatedouro, taxa de passagem.

## **Chemical composition, amino acids and determination of the energy values of different poultry offal meal for broiler chickens**

**ABSTRACT** – The objective of this research was to determine the chemical composition and amino acid, estimate the rate of passage in the digestive tract and the energy values of different poultry offal meal (POM) in experiment conducted with broiler chickens. Three samples of POM (A, B and C) were analyzed the chemical composition and essential amino acids. To obtain the energy values using the method of total excreta collection in an experiment using 150 broilers, males and females, Cobb lineage, distributed in a randomized design with five treatments and five replicates of six birds per experimental unit (three males and three females) with initial age of 15 days. The treatments were: a diet reference, three-test diets consisting of 25% of the ingredient test + 75% of reference diet and a group of birds kept in fasting for collection of metabolic and endogenous losses. To obtain the rate of passage of food, 90 broiler chickens (45 males and 45 females), Cobb lineage, with initial age 26 days, was to distributed in a completely randomized design in three treatments and five replicates of six birds per experimental unit ( three males and three females). We used 150 broilers chickens, males and females, Cobb lineage, distributed in a randomized design with five treatments and five replicates of six birds per experimental unit (consisting of three males and three females) with initial age of 15 days. The treatments consisted of a reference diet, three test diets consisting of 25% of ingredient test + 75% of reference diet and a group of birds kept in fasting for collection of metabolic and endogenous losses. The composition poultry offal meal was: 93.34% for dry matter, 62.73% of the crude protein, 15.42% ether extract, 5,200 kcal/kg gross energy, 10.18% mineral matter, 2.61% calcium, 1.37% phosphorus, 0.47% sodium, 0.59% chlorine, 0.78% potassium, 457.64 g/L density and 639.09  $\mu$ m of the geometric mean diameter. The Rate of passage of POM was correlated ( $r=-99.86\%$ ) with ether extract quantity. The poultry offal meal had values of metabolizable energy of: 3,996; 3,770 and 4,167 kcal/kg for AMEn e 4,016; 3,794 e 4,187 kcal/kg for TMEn for the samples A, B and C, respectively.

**Key Words:** digestibility, metabolizable energy, poultry by-product, rate of passage, total collection.

## INTRODUÇÃO

As formulações baseadas em ingredientes tradicionais estão ficando cada vez mais dispendiosas, pois as fontes convencionais de proteína (farelo de soja) e de fósforo (fosfato bicálcico), comumente utilizadas, vêm sofrendo variações de preços incompatíveis com os que ocorrem no preço do frango. Assim, o uso de ingredientes de origem animal tem sido uma real alternativa econômica para os nutricionistas formularem rações mais econômicas, apesar das restrições por parte do mercado internacional.

Especificamente para as farinhas de vísceras de aves, as variações na inclusão das partes; cabeça, pés, dorso, dentre outras descartadas, provenientes do processo de abate e desossa, que a compõem, podem gerar oscilações nas quantidades e proporções dos constituintes químicos que afetam, conseqüentemente, os valores de aproveitamento, principalmente da energia deste ingrediente.

Desta forma, o êxito da formulação é condicionado ao correto atendimento das exigências nutricionais das aves; para isso, a matriz nutricional deve estar atualizada com a composição dos ingredientes que serão utilizados na formulação da ração. Mas há situações em que a falta de meios para se obter estas informações, obriga os formuladores a fazerem o uso da composição trazida nas tabelas de recomendação, que nem sempre representam com acurácia a composição química e energética desse ingrediente.

Os estudos realizados por Nascimento et al. (2002) exemplificam esta hipótese. Na oportunidade, os referidos autores avaliaram cinco farinhas de vísceras de aves e encontraram uma amplitude de 941 kcal/kg nos valores de energia metabolizável das farinhas equidistantes (2.833 a 3.774 kcal/kg) por eles analisadas.

As diferenças nas partes que compõem as farinhas e o processo de obtenção das mesmas resultam em diferentes valores nas composições, e estes se relacionam com a amplitude prevista nos valores de energia metabolizável. Rostagno et al. (2000) e Rostagno et al. (2005) citam que as variações estão em torno de 748 e 400 kcal/kg entre as farinhas de vísceras de aves, respectivamente.

Assim, ao se utilizarem valores de tabelas de composição para formulação de ração, existe o risco em subestimar ou superestimar o valor energético do ingrediente e, conseqüentemente, o conteúdo calórico da formulação. Aliado a esta possibilidade, permeiam a eficiência e o custo do ganho de peso por quilocaloria ingerida pela ave.

Assim, objetivou-se com esta pesquisa determinar a composição química, aminoácídica, estimar a taxa de passagem no trato digestivo e os valores energéticos de diferentes farinhas de vísceras de aves em experimento realizado com frangos de corte.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho de pesquisa foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Avaliaram-se três farinhas de vísceras provenientes de três abatedouros de empresas do Estado de Pernambuco. Uma amostra de cada farinha foi coletada e encaminhada para o laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia e analisada quanto aos teores de umidade, matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta, matéria mineral, cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, densidade, diâmetro geométrico médio, acidez total e índice de peróxido. Cerca de 100 gramas de cada farinha foram amostradas, devidamente identificadas e enviadas para a determinação das concentrações dos aminoácidos essenciais.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LAN) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, exceto as análises de energia bruta, cálcio, fósforo, sódio, cloro e potássio. Quanto aos elementos minerais, as amostras foram preparadas no referido laboratório, e as leituras das amostras e a determinação da curva-padrão foram realizadas por fotometria de chama e absorção atômica nos Laboratórios de Fertilidade e Química do Solo da mesma universidade.

As análises de energia bruta dos ingredientes, das rações e das excretas foram realizadas em bomba calorimétrica IKA WERKE modelo 2000, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido. As determinações dos aminoácidos dos ingredientes foram obtidas por meio de reflectância no infravermelho próximo (NIR) realizada pela Empresa Degussa.

As análises químicas foram realizadas utilizando as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). O diâmetro geométrico médio (DGM) de cada farinha foi determinado seguindo o procedimento descrito por Zanotto & Bellaver (1996). Para isso, um conjunto vibrador foi montado utilizando o equipamento VIATEST 76773 KUHARDT e sete peneiras (4; 2; 1,20; 0,60; 0,30; 0,15 e 0 mm).

Para a determinação do coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca aparente (CMMS - A) e verdadeiro (CMMS - V), coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta aparente (CMEB - A) e verdadeiro (CMEB - V), e os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida para balanço de nitrogênio (EMVn) das três farinhas

de vísceras de aves para frangos de corte, conduziu-se um ensaio de metabolismo, utilizando-se do método da coleta total de excretas.

Um lote de 540 pintos de corte, sexo misto, foi criado em boxes (piso) recebendo ração formulada à base de milho e farelo de soja para atender às exigências nutricionais das aves. Posteriormente, as aves foram selecionadas pelo peso, buscando-se a máxima uniformidade no período experimental. Assim, 150 pintos de corte, sexo misto da linhagem Cobb, com idade inicial de 15 dias, foram utilizados no ensaio de metabolismo conduzido no Laboratório de Digestibilidade de Não Ruminantes. Estas aves foram alojadas em uma sala climatizada e dispostas em baterias dotadas de unidades experimentais com dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50 m. O programa de iluminação adotado foi de 24 horas de luz por dia, natural + artificial. Durante o período experimental, registraram-se os dados de consumo e excreção. A temperatura ambiente a foi mantida em  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

As aves foram distribuídas num delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições de seis aves por unidade experimental, sendo esta composta por três machos e três fêmeas. Os tratamentos aplicados consistiram em uma ração-referência (T1) à base de milho e farelo de soja (Tabela 1) mais três rações-teste compostas por 25% do ingrediente-teste + 75% da ração-referência (T1), compondo assim os demais tratamentos (T2, T3 e T4, respectivamente). O quinto tratamento (T5) consistiu em um grupo de aves mantidas em jejum, com o objetivo de quantificar as perdas de matéria seca fecal metabólica + matéria seca urinária endógena, nitrogênio fecal metabólico + nitrogênio urinário endógeno e energia fecal metabólica + energia urinária endógena para poder estimar a metabolizabilidade verdadeira da matéria seca e da energia dos referidos ingredientes estudados.



Tabela 1 - Composição centesimal e calculada da ração-referência

Ingredientes	(%)
Milho Grão	61,089
Farelo de Soja 45%	32,461
Óleo de Soja	2,702
Fosfato Bicálcico	1,717
Calcário Calcítico	0,870
Sal Comum	0,479
L-Lisina HCl, 78,8%	0,177
DL-Metionina, 99%	0,215
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,100
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,050
Cloreto de Colina 60%	0,050
Salinomicina sódio 12%	0,050
Bacitracina de Zinco 15%	0,040
Total	100,00
<b>Composição calculada</b>	
EMAn, (kcal/kg)	3.050
Proteína Bruta (%)	20,04
Cálcio (%)	0,851
Fósforo disponível (%)	0,425
Met+Cistina digestível (%)	0,777
Lisina digestível (%)	0,109
Treonina digestível (%)	0,675
Triptofano digestível (%)	0,218
Colina adicionada (mg/kg)	300
Ácido linoleico (%)	2,793
Sódio (%)	0,209

<sup>1</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Vit.A, 6.000.000UI; Vit.D3, 1.000.000UI; Vit.E, 10.000 mg; Vit. B12, 6.000 mcg; Vit. K3, 1.000; Niacina, 10.000 mg; Piridoxina, 800 mg; Riboflavina, 2.000 mg; Tiamina, 600 mg; Biotina, 30 mg; Pantotenato de Cálcio, 8.000 mg; Selênio, 400 mg.

<sup>2</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Cobre, 18.000 mg; Zinco, 120.000 mg; Iodo, 2.000mg; Ferro, 60.000 mg; Manganês, 120.000 mg.

As rações utilizadas na fase de criação das aves e no período experimental foram formuladas a partir da composição dos alimentos e exigência nutricional específica para cada fase de desenvolvimento da ave, conforme preconizado por Rostagno et al. (2005).

Sob o piso das gaiolas metabólicas (unidades experimentais), foram adaptadas bandejas revestidas de lona para a coleta total de excretas e das perdas endógenas e metabólicas, onde se obedeceu a um período de cinco dias de adaptação às instalações e às rações experimentais, e cinco dias, apenas, para a coleta total de excreta. Para a determinação das perdas endógenas e metabólicas, estabeleceu-se um período de 24 horas para a limpeza de todo o trato digestório; após isso, adotou-se um período de 48 horas de coleta de todo o material expelido pelas aves submetidas ao jejum. Nos cálculos do CMMS – V, CMEB – V, EMV e EMVn, as perdas endógenas e metabólicas foram corrigidas para os cinco dias de experimentação.

Durante o experimento, as excretas e as perdas endógenas e metabólicas foram coletadas duas vezes ao dia, adotando-se um intervalo de 12 horas entre a primeira e a segunda coleta. O material coletado foi posto em sacos devidamente identificados e pesados em balança com precisão de um grama, descontou-se o peso do saco, e posteriormente congeladas em *freezer* a -20 °C.

As rações fareladas foram oferecidas *ad libitum* às aves durante todo o período experimental. O óxido férrico em pó foi acrescido na proporção de 1,0% às rações experimentais, como marcador fecal, no início e no final do período de coleta total de excretas das aves. Ao final do experimento, as excretas e as perdas endógenas e metabólicas foram descongeladas e homogeneizadas por unidade experimental; para as excretas, especificamente, uma alíquota de 500 g foi amostrada, enquanto para as amostras das perdas endógenas e metabólicas todo o material coletado foi utilizado. Em seguida, procedeu-se à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas. Estas amostras, após pré-secas, foram moídas em moinhos dotados de peneiras de

crivo de um milímetro e analisadas quanto aos teores de matéria seca, nitrogênio e energia bruta, de acordo com as metodologias descritas anteriormente.

Os coeficientes de CMMS – A, CMMS – V, CMEB – A, CMEB – V e os valores de EMA, EMAn, EMV e EMVn, das três farinhas de vísceras de aves, foram calculados por meio das fórmulas propostas por Matterson et al. (1965). Considerando-se os valores de energia bruta (EB) e a EMAn dos ingredientes, foi calculado o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), seguindo a equação preconizada pelo ARC (1980).

$$\left[ \text{CMEB \% Aparente} = \frac{\text{EMAn}}{\text{EB}} \times 100 \right]$$

$$\left[ \text{CMEB \% Verdadeiro} = \frac{\text{EMVn}}{\text{EB}} \times 100 \right]$$

Para a obtenção da taxa de passagem do alimento, 90 aves de corte (45 machos e 45 fêmeas) da linhagem Cobb, com idade inicial de 26 dias, foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em três tratamentos e cinco repetições de seis aves por unidade experimental, sendo esta composta, também, por três machos e três fêmeas.

Os tratamentos utilizados basearam-se na administração do alimento puro, com as farinhas de vísceras de ave proveniente dos diferentes abatedouros, como sendo a farinha de vísceras de aves do Abatedouro A (T1), do Abatedouro B (T2) e do Abatedouro C (T3).

As aves foram arraçadas em sistema *ad libitum*, fornecendo por tempo limitado apenas as farinhas de vísceras de aves. Para facilitar a separação e a coleta das excretas

das aves, adicionou-se 1% de pigmentante de cor azul ao total fornecido no comedouro às aves. Ao final de 12 horas, exatamente, sob a alimentação à vontade, retiraram-se as sobras e forneceu-se o mesmo alimento, mas diferenciou-se do anterior, apenas na coloração vermelha, característica do marcador óxido férrico. A primeira coleta foi realizada seis horas após o aparecimento das primeiras excretas marcadas, e a segunda foi feita após o encerramento do consumo de 12 horas, conciliando a finalização com o aparecimento das excretas marcadas de coloração vermelha. A temperatura média verificada foi 25 °C.

O total excretado foi pesado, anotado e armazenado em saco plástico devidamente identificado por unidade experimental e congelado a -22 °C. O preparo dessas amostras foi o mesmo já descrito anteriormente para as excretas. Determinou-se apenas o teor de matéria seca. Para a interpretação da taxa de passagem, utilizou-se das informações da matéria seca excretada por hora (MS/h), e para os cálculos adotou-se a seguinte fórmula:

$$\left[ \text{MS/h} = \frac{\text{Total excretado g} \times (\% \text{ ASA}/100) \times (\% \text{ ASE}/100)}{12 \text{ h}} \right]$$

Em que; % ASA = amostra seca ao ar, 55 °C por 72 h, e

% ASE = amostra seca à estufa, 105 °C por 16 h.

Os coeficientes de metabolizabilidade e a taxa de passagem dos alimentos foram submetidos à análise de variância e, quando detectadas diferenças pelo teste F, aplicou-se o teste de Student Newman Keuls, adotando o nível de 5% de probabilidade. Para taxa de passagem do alimento, fez-se o uso das correlações paramétricas de Pearson,

considerando uma significância de 5%. As análises estatísticas foram realizadas no Sistema para análise estatística SAEG - UFV Versão 9.1- 2006.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à composição química das três farinhas de vísceras de aves encontram-se demonstrados na Tabela 2. Os teores de proteína bruta, de extrato etéreo, de energia bruta e os elementos minerais, cálcio, fósforo, sódio, cloro e potássio, apresentaram oscilações consideráveis entre as farinhas.

Tabela 2. Composição físico-química e energética de farinhas de vísceras de aves<sup>1</sup>

Parâmetros	Unidade	Farinha de vísceras de aves			
		A	B	C	Média ± EP
Matéria seca	%	93,34	92,59	91,06	93,34 ± 0,67
Proteína Bruta	%	62,73	64,30	54,55	62,73 ± 3,80
Extrato etéreo	%	15,42	11,47	22,77	15,42 ± 3,31
Energia bruta	kcal/kg	5201	4973	5534	5200 ± 162
Matéria mineral	%	10,18	9,45	11,15	10,18 ± 0,49
Cálcio	%	2,61	2,79	3,11	2,61 ± 0,14
Fósforo	%	1,37	1,52	1,69	1,37 ± 0,09
Sódio	%	0,47	0,55	0,36	0,47 ± 0,05
Cloro	%	0,59	0,69	0,46	0,59 ± 0,06
Potássio	%	0,78	0,96	0,50	0,78 ± 0,13
Densidade	g/L	457,64	425,13	533,67	457,64 ± 11,79
Densidade energética <sup>2</sup>	Kcal/cm <sup>3</sup>	1,83	1,73	2,22	1,83 ± 0,14
DGM <sup>3</sup>	µm	639,09	656,21	722,90	639,09 ± 44,28

EP, erro-padrão

<sup>1</sup> Valores expressos com base na matéria natural

<sup>2</sup> Estimado a partir dos valores de EMAn apresentados na Tabela 6

<sup>3</sup> Diâmetro geométrico médio

Os teores de matéria seca e de umidade podem servir de indicativo de superaquecimento ou subaquecimento da farinha durante o processamento. Bellaver & Zanotto (2004) salientaram que os valores desejáveis para umidade estejam entre quatro e 10%, assim as três farinhas estão dentro da faixa ideal, indicando que o processamento térmico foi realizado adequadamente, baseado apenas neste critério.

A predominância de determinadas partes da ave, utilizadas na confecção das farinhas, expressam-se intensamente nos teores de proteína bruta, de extrato etéreo e de matéria mineral; para essas variáveis, Dale et al. (1993) encontraram, em 22 farinhas analisadas, valores médios de 47,8; 29,6 e 6,6%, respectivamente. Os teores de extrato etéreo e matéria mineral apresentaram diferenças apreciáveis. Essas diferenças podem ser atribuídas às proporções das matérias-primas utilizadas na confecção das farinhas, especialmente as proporções de cabeça, dorso e os pés.

As informações consultadas na literatura (Nascimento et al., 2002; Paula et al., 2002; Tucci et al., 2003; D'Agostini et al., 2004; Nunes et al., 2005; Nery, 2005; Brumano et al., 2006a; Nunes et al., 2006; Melo, 2007; Ramalho, 2008) sobre a composição da farinha de vísceras de aves produzidas sob as condições brasileiras revelaram que 47% das farinhas apresentaram teores de proteína bruta (PB) entre 57,7 e 61,4%, e de matéria mineral (MM) entre 11,8 a 16,2%, e cerca de 29% das amostras contiveram entre 10,1 e 16,1% de extrato etéreo (EE).

Dessa forma, as farinhas A e B encontram-se dentro da faixa anunciada na literatura e conforme os padrões descritos no Compêndio...(2004), com exceção da farinha C. Contudo, 53; 36 e 71% dos valores de PB, MM e EE das farinhas estiveram fora da faixa apregoada na literatura. Isto confirma a heterogeneidade nos métodos de processamento, especialmente para o teor de gordura das amostras.

A variação verificada para a variável (EE) pode estar ligada às formas de alimentação dos digestores, bem como à fritura das farinhas. No tocante ao transporte das vísceras para alimentar o digestor, este pode ser realizado por gravidade (fazendo o uso de água para este fim), por roscas ou esteiras transportadoras; os dois últimos alimentam os digestores diretamente, de forma que a integridade da matéria-prima, ainda crua é mantida.

A água utilizada para transportar as vísceras por gravidade é separada das mesmas por uma peneira. Parte desta água volta para o setor de depenagem e segue para auxiliar o transporte das penas. Mas essa água carrega parte da gordura visceral, e isso fará com que, no transporte das penas, parte da gordura das vísceras seja agregada às penas (Maffi, 1993); dessa forma, não se tem um aproveitamento integral dos componentes químicos da matéria-prima da farinha de vísceras de aves. Conforme Maffi (1993), a adoção desta prática nas graxarias possibilita uma economia de água no sistema, ou seja, algo a ser perdurado.

Outra possibilidade de justificar a alta variabilidade nos teores de gordura das farinhas de vísceras está relacionada à localização no processo de cozimento da matéria-prima no digestor. Para melhorar o cozimento das vísceras, algumas graxarias adicionam à massa cerca de 3,57% de gordura (Sabino & Finzer, 2006), conseqüentemente esta gordura soma-se àquela presente na matéria-prima, e isso se reflete nos teores de gordura das farinhas.

Os valores médios dos elementos minerais, cálcio e fósforo, presentes nas farinhas de vísceras, diferiram daqueles trazidos em alguns trabalhos de pesquisa (Nascimento et al., 2002; Soares et al., 2005; Brumano et al., 2006a; Nunes et al., 2006). Esse trabalhos mostram valores médio de 3,71 e 2,73, respectivamente, uma relação cálcio:fósforo de

1,36:1. Os teores determinados para esses elementos também diferiram das dez farinhas de vísceras de aves analisadas por Najafabadi et al. (2007), contudo a relação cálcio fósforo de 1,8:1, verificada neste trabalho, foi convergente com a apresentada por esses autores.

As variações na proporção das partes que compõem o resíduo destinado ao setor de graxaria, podem ser uma das justificativas para tal variação, no que se refere ao processo de beneficiamento e comercialização da carcaça. Existem empresas que fazem a desossa de peito, coxa e sobrecoxa, portanto a cartilagem do peito e os ossos da coxa e sobrecoxa somam-se às partes normalmente destinadas ao setor de graxaria (Roque, 1996) que, por sua vez, contribuem nas oscilações do teor destes elementos minerais presentes nas farinhas. Outro fator que exerce influência sobre os teores de cálcio e fósforo nas farinhas de vísceras de aves, é o nível tecnológico dos abatedouros, no tocante ao aproveitamento da carne aderida às partes, sobretudo no pescoço e dorso (Roque, 1996), de tal modo que, quanto maior o aproveitamento, maior será a proporção de ossos. Esta prática, também, dispõe matéria-prima direcionada a aumentar os níveis de cálcio e fósforo das farinhas.

As concentrações de sódio, cloro e potássio das farinhas apresentaram variações de 0,36 a 0,55%; 0,46 a 0,69% e 0,50 a 0,96%, para os respectivos elementos. Poucos trabalhos trazem a composição destes elementos minerais. Em uma amostra de farinha de vísceras de aves com 24,63% de matéria mineral analisada por Nunes et al. (2005), foi encontrado um teor de 0,62% de sódio e 0,48% de potássio.

Treze farinhas analisadas por Robbins & Firman (2006), com o conteúdo de MM variando entre 10 e 28%, apresentaram valores médios de 0,56 e 0,68% para o sódio e potássio, respectivamente. Nos dados desses autores, a maior e a menor concentração



desses elementos não foram encontradas nas farinhas com maior e menor teor de MM. Assim, o maior valor de Na (0,88%) foi verificado numa farinha com 10% de MM, e a menor concentração de K foi encontrada na farinha que continha 28% de MM.

Najafabadi et al. (2007) analisaram 10 farinhas de vísceras de aves e verificaram que os valores médios para matéria mineral (9,34%), sódio (0,52%), potássio (0,31%) e cloro (0,74%) variam cerca de 22, 2; 11,5; 16,1 e 9,5%, respectivamente. Para essas variações, as concentrações destes elementos minerais, até o presente momento, na literatura, não se têm justificativas concisas sobre as oscilações desses elementos nas farinhas. Contudo, os teores de sódio, cloro e potássio correlacionaram-se negativamente com o teor de matéria mineral (Tabela 3).

Desta forma, pode-se oferecer aos nutricionistas uma ferramenta para corrigir as variações do sódio, cloro e potássio, já que a correlação com a matéria mineral foi significativa; desse modo, pode-se aplicar à correção a partir da matéria mineral, utilizando os percentuais destes elementos em relação à matéria mineral, que foram: 4,56; 5,74 e 7,44%, respectivamente.

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre a matéria mineral e os principais elementos minerais

Variáveis <sup>1</sup>	Coeficiente de correlação simples (r)	Significância	
MM	Ca	0,6927	0,2564
	P	0,5980	0,2960
	Na	-0,9999	0,0001
	Cl	-0,9999	0,0001
	K	-0,9999	0,0001

<sup>1</sup> MM, matéria mineral; Ca, Cálcio; P, Fósforo; Na, Sódio; Cl, Cloro; K, Potássio

Em suma, as diferenças reveladas quanto à composição química das farinhas refletem os diferentes critérios e técnicas aplicados no beneficiamento da carne pelo

abatedouro, bem como as metodologias utilizadas no processamento do subproduto pelo setor de graxaria dos abatedouros avícolas. Este fato torna-se comum na literatura, isto porque, segundo Lopez (2005), na legislação não existe nenhuma menção com relação à padronização da composição química deste produto, portanto ele deverá seguir o padrão exigido pela empresa que faz a ração.

As densidades das farinhas variaram de 425 a 533 g/L, conforme o teor de extrato etéreo, e essas variáveis apresentaram uma correlação de 0,999 ( $p < 0,001$ ). Segundo Freitas et al. (2008), a densidade de uma ração à base de milho e farelo de soja varia entre 617 e 630 g/L nas fases inicial e final, respectivamente. As informações sobre a densidade dos alimentos são importantes e devem ser consideradas na elaboração de estratégias alimentares a serem traçadas, sobretudo quando se pretende utilizar formulações de ração de custo mínimo, é desejável que as densidades dos ingredientes alternativos não se afastem demasiadamente das densidades do milho (724 a 757 g/L) e da soja (639 a 675 g/L), conforme Rodrigues et al. (2001) e Rodrigues et al. (2002).

Isto porque, entre os fatores reguladores de consumo, existe o limite físico, ou seja, a distensão da musculatura do trato gastrintestinal ocorre quando se incluem alimentos leves em altos níveis na ração; pois, em curto prazo de tempo, este preenchimento estomacal pode repercutir-se na capacidade física de ingestão de alimentos (Gonzales et al., 2002).

As farinhas, contudo, apresentaram densidade energética maior que o farelo de soja, conforme a densidade e a energia metabolizável obtidas por Rodrigues et al. (2002). Comparativamente, para o mesmo fornecimento energético, um centímetro cúbico da farinha de vísceras de aves corresponde ao equivalente a 1,6 cm<sup>3</sup> de farelo de

soja; esta característica pode atenuar os efeitos provocados pela baixa densidade apresentada pelas farinhas.

Pouco mais de 90% das partículas das farinhas A e B foram classificadas em médias (54%) e finas (42%), enquanto na farinha C, a predominância foi de partículas médias (67%), outros 35% foram de partículas finas (19%) e grossas (17%). Estas informações são sintetizadas pelo diâmetro geométrico médio das partículas, e esta, por sua vez, correlaciona-se com o desenvolvimento da massa muscular da moela (Ribeiro et al., 2002) e com o retardamento no trânsito da digesta no trato digestório (Nir et al., 1994). Os diâmetros geométricos médios verificados para os ingredientes estudados situaram-se próximos ao valor de 619  $\mu\text{m}$  preconizado por Ribeiro et al. (2002), para melhor metabolizabilidade da energia da dieta.

Nos dias atuais, a caracterização aminoacídica dos ingredientes utilizados na formulação das rações faz-se necessária para o correto atendimento das exigências aminoacídicas do animal, sobretudo para este ingrediente, no tocante à variabilidade de seu teor proteico. Além do aspecto dos valores absolutos, a relação entre eles também é algo a ser observado. Na Tabela 4, estão apresentados os teores de aminoácidos e os coeficientes de correlação com o teor de proteína bruta das três farinhas de vísceras de aves.

De forma geral, os valores absolutos dos aminoácidos variaram conforme o teor de proteína bruta das farinhas, exceto os aminoácidos sulfurosos, sobretudo a cistina. O baixo coeficiente de correlação verificado para este aminoácido pode ser atribuído às diferentes metodologias aplicadas no processamento da farinha, no que se refere ao tempo e à temperatura adotados no cozimento da mesma.

Tabela 4. Composição aminoacídica das farinhas de vísceras de aves<sup>1</sup>

Aminoácidos essenciais	Unidade	Farinha de vísceras de aves		
		A	B	C
		Total	Total	Total
Metionina	%	1,16	1,30	1,01
Cistina	%	0,92	0,77	0,73
Metionina+Cistina	%	2,05	2,01	1,70
Lisina	%	3,41	3,69	2,81
Treonina	%	2,45	2,53	2,01
Triptofano	%	0,62	0,70	0,47
Arginina	%	3,96	4,06	3,64
Isoleucina	%	2,35	2,41	1,96
Leucina	%	4,35	4,44	3,59
Valina	%	2,92	2,84	2,46
Histidina	%	1,35	1,32	1,02
Fenilalanina	%	2,39	2,41	2,05
Correlação	Aminoácidos	r <sup>2</sup>	Significância	
Proteína Bruta	Metionina	0,9383	0,1124	
	Cistina	0,5431	0,3173	
	Metionina+Cistina	0,9676	0,0812	
	Lisina	0,9862	0,0529	
	Treonina	0,9999	0,0001	
	Triptofano	0,9802	0,0634	
	Arginina	0,9968	0,0001	
	Isoleucina	0,9996	0,0001	
	Leucina	0,9985	0,0001	
	Valina	0,9511	0,0999	
	Histidina	0,9730	0,0741	
	Fenilalanina	0,9949	0,0001	

<sup>1</sup> Valores expressos com base na matéria natural<sup>3</sup> Coeficiente de correlação simples

A cistina, segundo Moritz & Latshaw (2001), pode ser considerada como termolábil. Assim, pode inferir-se que as farinhas B e C podem ter sido submetidas às

condições críticas a estabilidade da cistina. A leucina, lisina e valina foram os aminoácidos que apresentaram maior variação nas farinhas analisadas, fato também verificado por Nascimento (2000) e Brumano et al. (2006b). A relação entre valina, leucina e isoleucina vem sendo algo discutido na literatura, uma vez que eles apresentam especificidade pelo mesmo sistema de transportadores de membranas e usam as mesmas enzimas para este fim (Peganova & Eder, 2003). Em dietas práticas, porém, não se incluem esses aminoácidos para tal correção, o que obriga, de fato, o conhecimento detalhado das relações destes aminoácidos nos ingredientes utilizados na formulação da ração.

Segundo Swenson & Reece (1996), o maior tempo de permanência do alimento no trato gastrintestinal permite maior ação enzimática sobre as macromoléculas e, conseqüentemente, maior liberação de monômeros na superfície borda escova dos enterócitos, fato apontado como um dos efeitos extracalóricos derivados dos lipídeos presentes nas dietas. A taxa de passagem no trato gastrintestinal das farinhas de vísceras de aves estudadas e sua correlação com o teor de gordura presente nas respectivas farinhas estão apresentadas na Tabela 5.

Os resultados obtidos revelaram que a farinha C apresentou a menor excreção de matéria seca por hora, ou seja, menor taxa de passagem; assim, esta farinha foi a que teve o maior tempo de permanência, seguido da farinha A, e a que apresentou maior taxa de passagem foi a farinha B.

A taxa de passagem se correlacionou-se significativamente com o teor de gordura das farinhas, de tal modo que, quanto maior o teor de gordura, menor foi a taxa de passagem do alimento, e esse retardamento na passagem do alimento pode melhorar o aproveitamento de alguns nutrientes, conforme Mateos & Sell (1980).

Tabela 5. Taxa de passagem do alimento no trato gastrointestinal

Farinha de vísceras de aves	Extrato etéreo	Taxa de passagem do alimento
	%	g de MS/h <sup>1</sup>
A	15,42	7,62 ± 0,59 BC
B	11,47	8,17 ± 0,96 A
C	22,77	6,78 ± 0,87 C
Média		7,52 ± 0,36
F		3,622
P		0,0588
CV, %		10,92

  

Variável	Correlação	Significância
Taxa de passagem	Extrato etéreo	-0,9986
		0,0076

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas, na linha, não diferem pelo Student Newman Keuls

<sup>1</sup> Grama de matéria seca excretada por hora

Deste modo, atribui-se às gorduras presentes na ração a diminuição no tempo de trânsito do alimento no trato gastrointestinal. Este fenômeno é intermediado pela ação da gordura potencializando a secreção de colecistoquinina (CCK) e motilina, conforme os autores Martínez et al. (1993;1995) e Rodríguez-Sinovas et al. (1997).

Contudo, este efeito não acontece de forma linear, pois existem relatos em que o alto teor de gordura concomitante a alto teor de matéria mineral pode disponibilizar altos níveis de ácidos graxos e de cálcio na digesta, fato que pode acarretar sucessivas reações de saponificação através da formação de sabões insolúveis durante a digestão e, por fim, diminuir a absorção, sobretudo dos ácidos graxos insaturados (Lessire et al., 1985; Pesti et al., 1986; Martosiswoyo & Jensen, 1988).

A formação de sabões insolúveis durante a digestão, se ocorreu, não se expressou com grande intensidade, face aos valores de energia metabolizável das farinhas apresentados na Tabela 6. Desse modo, a relação entre a matéria mineral e o extrato etéreo (MM/EE), quando é superior ou igual a 1,0, são exercidos efeitos deletérios sobre os valores energéticos das farinhas, de acordo com Nunes et al. (2006), que avaliaram

farinhas com relações (MM/EE) de 1,17 e 1,02 e observaram, ao final, os valores energéticos de 2.750 e 3.069 kcal/kg, respectivamente.

Uma vez que a relação entre a matéria mineral e o extrato etéreo exerce influencia sobre os valores de energia metabolizável da farinha, logo as relações entre essas variáveis, verificadas nas farinhas, foram: 0,66; 0,82 e 0,49, para farinha A, B e C, e os valores de energia metabolizável foram de 3.995, 3.770 e 4.166 kcal/kg, respectivamente. Estas relações implicam dizer que, mesmo se a farinha vier a apresentar alto teor de gordura, não necessariamente terá um bom aproveitamento de sua energia.

As três farinhas apresentaram valores energéticos superiores ao verificado por Brumano et al. (2006), que verificaram metabolizabilidade de 59% da energia bruta, o que corresponde a 2.990 kcal/kg de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) para farinha de vísceras de aves com alta gordura (20% EE), no entanto os valores de cálcio desta farinha foram em média, 60% maiores que os verificados nas farinhas avaliadas.

Além desse, outros fatores também influenciam no aproveitamento da energia do alimento pela ave, como: a qualidade do ingrediente primariamente e de forma secundária a metodologia aplicada na determinação, no que se refere ao método puramente, e aos níveis de substituição e idade da ave no período de coleta (incluído apenas os fatores do método da coleta total de excreta).

Quanto à qualidade do ingrediente, Racanicci et al. (2004) salientaram que o perfil de ácidos graxos da gordura contida na farinha de vísceras favorece o desenvolvimento da oxidação lipídica. Conforme os referidos autores, para cada grama de gordura

oxidada presente no alimento, verifica-se uma perda de 17% no aproveitamento energético, quando comparada com a grama de gordura não oxidada.

Já os efeitos dos métodos de determinação sobre o valor da energia metabolizável foram estudados por Pesti et al. (1986). A metodologia de Matterson et al. (1965), Hill & Anderson (1958) e Sibbald (1976) foi testada por Pesti et al. (1986), avaliando a farinha de vísceras de aves, cujos resultados obtidos revelaram valores de 2.950, 2.735 e 3.920 kcal/kg para os respectivos métodos, comprovando, assim, o efeito do método.

Tabela 6. Valores energéticos de diferentes farinhas de vísceras de aves<sup>1</sup>

Farinha de vísceras de aves	EMA	EMAn	EMV	EMVn
	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg
FVA-A	4524,85 ± 54,03 <sup>2</sup>	3995,48 ± 44,33 <sup>2</sup>	4571,93 ± 55,39 <sup>2</sup>	4015,75 ± 44,93 <sup>2</sup>
FVA-B	4296,99 ± 73,37	3770,03 ± 61,76	4353,20 ± 72,65	3794,54 ± 61,42
FVA-C	4604,86 ± 88,41	4166,47 ± 78,77	4651,58 ± 91,92	4186,59 ± 80,27

<sup>1</sup> Valores expressos com base na matéria natural

<sup>2</sup> Média ± erro-padrão

A energia metabolizável aparente corrigida, apresentada por Rostagno et al. (2005), utiliza o método de coleta total de excreta com frangos de corte. O valor apresentado por esses autores, para farinha de vísceras de aves de alta gordura (FVA), situou-se abaixo dos valores determinados para FVA-A, FVA-B e FVA-C, cerca de 88; 313 e 484 kcal/kg, respectivamente. Estes resultados corroboram a hipótese de Nunes et al. (2001), que salientaram a importância de desenvolver estudos com o objetivo de aprimorar e tornar as tabelas de recomendações mais completas e precisas.

Nesta metodologia, o nível de substituição para a determinação da energia metabolizável da farinha de vísceras é algo indagado por pesquisadores. Os valores energéticos foram obtidos utilizando o nível de 25% de farinha de vísceras; para este nível, segundo as equações obtidas por Paula et al. (2002) e Nascimento et al. (2005), os



valores da EMAn foram de 3.588 e 3.031 kcal/kg, respectivamente. Apesar dos diferentes valores apresentados, são justificáveis frente à composição química que os originaram, sendo consenso entre os autores que o aumento do nível de inclusão diminui o valor da energia metabolizável da farinha de vísceras de aves.

Além desse fator, existe, também, o efeito da idade da ave no período experimental. O crescimento alométrico positivo visceral, verificado em pintos de corte, resulta em desenvolvimento do trato, aumento das secreções enzimáticas e da área absorptiva (Sklan, 2001), estes eventos fisiológicos afetam a taxa de passagem do alimento e, conseqüentemente, os valores de energia metabolizável.

Nascimento et al. (2005) determinaram a EMAn em duas idades (16 a 23 e 30 a 38 dias de idade) e verificaram um incremento de 104 kcal/kg na metabolizabilidade da farinha. Da mesma forma, Brumano et al. (2006a), nas idades médias de 25 e 45 dias, encontraram valores de EMAn de 2.990 e 3.172 kcal/kg para a farinha de vísceras de aves, ratificando, assim, o efeito aditivo da idade sobre o aproveitamento energético.

Estes valores, contudo foram inferiores aos determinados no presente trabalho; com isso, salienta-se a importância na padronização da composição química, preservação de sua qualidade durante o armazenamento e na fabricação das farinhas, mostrando que relações estreitas entre matéria mineral e gordura deveriam ser evitadas.

Os coeficientes de metabolizabilidade, aparente e verdadeiro da matéria seca e da energia bruta, estão demonstrados na Tabela 7. As diferenças apresentadas na metabolizabilidade da matéria seca e da energia bruta das farinhas avaliadas anulam-se quando se consideram os desvios-padrão das médias. Para o CMEB-A, o valor médio apresentado neste trabalho foi superior em 23% aos valores médios de Nunes et al.

(2005) e Nunes et al. (2006), e inferior em cerca de 7% ao obtido por Tucci et al. (2003).

Conforme Oliveira (1996), o tratamento térmico empregado no processamento industrial da farinha de vísceras de aves é capaz de eliminar a *Salmonella* presente nas vísceras, mas Nunes et al. (2006) salientaram que essa temperatura pode promover a quebra das ligações entre os aminoácidos que mantêm a estabilidade tridimensional da estrutura proteica, além de proporcionar reações de complexações entre os nutrientes, que pode torná-los indigeríveis e por reduzir sua absorção, afetando a metabolizabilidade da energia bruta do alimento. As magnitudes destes efeitos variam conforme a metodologia de processamento empregada pelas empresas (Albino et al., 1982; Albino et al., 1986).

Tabela 7. Metabolizabilidade aparente e verdadeira da matéria seca e da energia bruta<sup>1</sup>

Variáveis	Farinha de vísceras de aves			Média <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>	CV, <sup>4</sup> %	
	Unidade	A	B				C
Metabolizabilidade da matéria seca							
CMMS - A	%	69,89 A <sup>a</sup>	69,36 A <sup>a</sup>	69,61 A <sup>a</sup>	69,62 ± 1,57	NS	5,07
CMMS - V	%	71,33 A <sup>a</sup>	71,08 A <sup>a</sup>	71,04 A <sup>a</sup>	71,17 ± 1,60	NS	5,05
F		NS	NS	NS			
CV	%	4,43	5,85	4,78			
Metabolizabilidade da energia bruta							
CMEB - A	%	76,8 A <sup>a</sup>	75,8 A <sup>a</sup>	75,3 A <sup>a</sup>	75,98 ± 1,98	NS	3,52
CMEB - V	%	77,2 A <sup>a</sup>	76,3 A <sup>a</sup>	75,7 A <sup>a</sup>	76,38 ± 1,20	NS	3,54
F		NS	NS	NS			
CV	%	2,48	3,64	4,26			

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas, na linha, não diferem pelo Student Newman Keuls

Médias seguidas de mesmas letras maiúscula, na coluna, não diferem pelo Teste F.

<sup>1</sup> Valores expressos com base na matéria natural; <sup>2</sup>Média ± erro-padrão; <sup>3</sup>Probabilidade; <sup>4</sup>Coefficiente de variação  
CMMS - Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca; CMEB - Coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta; A – Aparente; V – Verdadeiro

Conforme o teste F aplicado nos resultados, averiguou-se que a metabolizabilidade aparente da matéria seca não diferiu da metabolizabilidade

verdadeira. O que implica dizer que as perdas na matéria seca fecal metabólica e urinária endógena exerceram pouca influência sobre o quantitativo excretado pelas aves. Da mesma forma, ocorreu para a metabolizabilidade da energia bruta, em que o CMEB-V considera efeitos da matéria seca fecal metabólica e urinária endógena, nitrogênio fecal metabólico e urinário endógeno e energia fecal metabólica e urinária endógena.

Em termos metodológicos, a ingestão de alimentos exerce importante papel sobre as perdas endógenas e metabólicas em ensaios de metabolismos (Silva et al., 2006). Coelho et al. (1983) e Lima et al. (1989) relataram que, em níveis normais de consumo, as perdas endógenas e metabólicas são pequenas em relação à excreção de energia proveniente do alimento e demonstram pouca influência nos valores de energia metabolizável.

## **CONCLUSÕES**

As farinhas apresentaram variabilidade em sua composição físico-química, levando a alteração na taxa de passagem e no aproveitamento energético principalmente em virtude dos teores de gordura e minerais.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem às empresas Mauricéa Alimentos do Nordeste Ltda, Notaro Alimentos e à Agropecuária Serrote Redondo, pela doação das farinhas. Aos Laboratórios de Fertilidade e Química do Solo da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) e a empresa DEGUSSA, que gentilmente realizaram as análises de aminoácidos das farinhas.

## LITERATURA CITADA

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutritional requirement of ruminant livestock**. London: CAB International, 1980. 351p.
- ALBINO, L.F.T.; FERREIRA, A.S.; FIALHO, E.T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.2, p.207-221, 1982.
- ALBINO, L.F.T.; FIALHO, E.T.; BLUME, E. Energia metabolizável e composição química de alguns alimentos para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.3, p.184-192, 1986.
- BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos proteicos de origem animal. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004., Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciências e Tecnologia Avícolas, 2004, v.1. p.79-102.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006a.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alimentos protéicos determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2290-2296, 2006b.
- COELHO, M.G.R.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 8, 1983., Camboriú. **Anais...** Camboriú: União Brasileira de Avicultura, 1983. p.79-86.
- COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sindirações/Anfar. Campinas CBNA/SDR/MA. 2004. 298p.
- D'AGOSTINI, P.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.128-134, 2004.
- DALE, N.; FANCHER, B.; ZUMBADO, M. et al. Metabolizable energy content of poultry offal meal. **Journal Applied Poultry Research**, v.2, n.1, p. 40-42, 1993.

FREITAS, C.R.G.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V. et al. Inclusão da farinha de varredura de mandioca em rações de frangos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.30, n.2, p.155-163, 2008.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: Mecanismos regulatórios: Marcos Macari, Renato Luís Furlan & Elizabeth Gonzales (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 187-199.

HILL, F.W. & ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determination with growing chicks. **The Journal of Nutrition**, v.64, n.4, p.587-608, 1958.

LESSIRE, M.; LEQUERCQ, B.; CONAN, L.; HALLIOUIS, J. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. **Poultry Science**, v.64, n.9, p. 1721-1728, 1985.

LIMA, L.I.; SILVA, J.D.; ROSTAGNO, S.H. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.6, p.546-556, 1989.

LOPES, M.H. Resposta técnica. Serviço brasileiro de respostas técnicas. 1-3p 2005. Disponível em < <http://www.sbprt.ibict.br> > acessado em maio de 2007.

MAFFI, G.L. Graxarias e subprodutos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993., Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciências e Tecnologia Avícolas, 1993. p.191-201.

MARTÍNEZ, V.; JIMÉNEZ, M.; GOÑALONS, E. et al. Mechanism of action of CCK in avian gastroduodenal motility: evidence for nitric oxide involvement. **American Journal Physiology. 265 (Gastrointestinal and Liver Physiology)**. v.28, n.5, G842-G850, 1993.

MARTÍNEZ, V.; JIMÉNEZ, M.; GOÑALONS, E. et al. Modulation of the migration myoelectric complexes by and gastrin the gastrointestinal tract of chickens. **Poultry Science**, v.74, n.3, 563-576, 1995.

MARTOSISWOYO, A.W. & JENSEN, L.S. Available energy in meat and bone meal as measured by different methods. **Poultry Science**, v.67, n.2, p.280-293, 1988.

MATEOS, G.G. & SELL, J.L. True and apparent metabolizable energy value of fat for laying hens: Influence of level use. **Poultry Science**, v.59, n.2, p.369-373, 1980.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.

MELO, H.H.C. **Determinação dos valores de energia metabolizável de alimentos com aves de diferentes idades**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

MORITZ, J.S. & LATSHAW, J.D. Indicators of nutritional value of hydrolyzed feather meal. **Poultry Science**, v.80, n.1, p.79-86, 2001.

NAJAFABADI, H.J.; MOGHADDAM, H.N.; POURREZA, J. Determination of chemical composition, mineral contents, and protein quality of poultry by-product meal. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n.12, p.875-882, 2007.

NASCIMENTO, A.H. **Determinação do valor nutritivo da farinha de vísceras e da farinha de penas para aves, utilizando diferentes metodologias**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002. (Suplemento)

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

NERY, L.R. **Valores de energia metabolizável e de aminoácido digestível de alguns alimentos para aves**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.

NIR, I.; SHEFET, Y.; ARONI, G. Effect of particle size on performance. I. Corn. **Poultry Science**, v.73, n.1, p.45-49, 1994.

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

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785-793, 2001.

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. et al. Valores energéticos de diferentes alimentos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1752-1757, 2006 (Suplemento.)

- OLIVEIRA, G. **Avaliação dos pontos críticos de contaminação por Salmonella sp no processo de fabricação da farinha de vísceras destinadas à fabricação de rações para aves**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.
- PAULA, A.; BRUM, P.A.R.; AVILA, V.S. et al. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos e farinha de vísceras determinados com diferentes níveis de substituição para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8 n.1, p. 51-55, 2002.
- PEGANOVA, S. & EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, v.82, n.1, p.100-105, 2003.
- PESTI, G.M.; FAUST, L.O.; FULLER, H.L. et al. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. **Poultry Science**, v.65, n.12, p.2258-2267, 1986.
- RACANICCI, A.M.C.; MENTEN, J.F.M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B. et al. Oxidação lipídica do óleo de vísceras de aves para redução de seu conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.919-923, 2004.
- RAMALHO, V.R.R.A.R. **Avaliação nutricional de subprodutos de abatedouros avícolas para frangos de corte**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.
- RIBEIRO, A.M.L.; MAGRO N.; PENZ JR. A.M. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.4, p. 1-7, 2002.
- ROBBINS, D.H. & FIRMAN, J.D. Evaluation of the metabolizable energy of poultry by-product meal for chickens and turkeys by various methods. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.8, p.753-758, 2006.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1767-1778, 2001.
- RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.

- RODRÍGUEZ-SINOVAS, A.; JIMÉNEZ, M.; CLERCQ, P. et al. Rhythmic oscillating complexes in gastrointestinal tract of chickens: a role for motilin. **American Journal Physiology**. **272 (Gastrointestinal and Liver Physiology)**, v.35, n.4, G916-G922, 1997.
- ROQUE, V.F. **Aproveitamento de Resíduos de Carne de Frango: uma análise exploratória**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996. 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 1. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2000. v.1. 141 p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. v.1. 186 p.
- SABINO, H.F.N.& FINZER, J.R.D. Subprodutos no processamento de aves. In: 5º JORNADA CIENTÍFICA, FACULDADES ASSOCIADAS DE UBERABA, 2006., Uberaba. **Anais...** Uberaba: Faculdades Associadas de Uberaba, [2006] (CD-ROM).
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Science**, v.55, n.1, p.303-308, 1976.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, E.P.; RABELLO, C.B.V.; LIRA, R.C. et al. Estimativa das perdas endógenas e metabólicas em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, n.único, p.115-121, 2006.
- SKLAN, D. Development of the digestive tract of poultry. **World's Poultry Science Journal**. v.57, n.4, p.415-428, 2001.
- SOARES, K.R.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, É.J. Valores de energia metabolizável de alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.238-244, 2005.
- SWENSON, M.J.; RECCE, W.O. **Dukes. Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 841p.
- TUCCI, F.M.; LAURENTIZ, A.C.; SANTOS, E.A. et al. Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.1, p.85-89, 2003.



SILVA, E.P. Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações...

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 2006. **SAEG -Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.1. Viçosa-MG.

ZANOTTO, D. L. & BELLAVER, C. Métodos de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. EMBRAPA-CNPSA, Dezembro/1996, p.1-5. (**Comunicado Técnico**, 215).

## CAPÍTULO II

*Predição dos valores de energia metabolizável da farinha de vísceras de aves para  
frangos de corte*

\*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

### **Predição dos valores de energia metabolizável da farinha de vísceras de aves para frangos de corte**

**RESUMO** - Objetivou-se com esta pesquisa gerar e avaliar equações de predição para estimar os valores de energia metabolizável da farinha de vísceras de aves. As informações utilizadas neste trabalho referem-se aos valores de energia metabolizável, aparente e verdadeira, corrigidos para o balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn) e a composição química das farinhas de vísceras de aves. A revisão de literatura incluiu apenas os trabalhos publicados sobre farinha de vísceras de aves desenvolvidos no Brasil. Desta forma, apenas os trabalhos que traziam os valores de EMAn e EMVn obtidas pelo método de coleta total de excreta com frangos de corte industrial em crescimento e a composição química em termos de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), energia bruta (EB), cálcio (Ca) e fósforo (P) foram utilizados. As equações obtidas para estimar os valores EMAn da farinha de vísceras foram:  $EMAn = -2315,69 + 31,4439(PB) + 29,7697(MM) + 0,7689(EB) - 49,3611(Ca)$ ,  $R^2 = 0,72$  para teores médios de gorduras. Para altos teores de gordura, deve ser recomenda-se utilizar a equação  $EMAn = + 3245,07 + 46,8428(EE)$ ,  $R^2 = 0,76$ , e para altos teores de matéria mineral, recomenda-se esta equação:  $EMAn = 4059,15 - 440,397(P)$ ,  $R^2 = 0,82$ . Para estimar os valores EMVn, sugere-se para farinhas com elevado teor de matéria mineral:  $EMVn = 5092,57 - 115,647(MM)$ ,  $R^2 = 0,78$  e para aquelas que apresentam teores baixos e médios deste componente químico, a opção é fazer o uso desta equação:  $EMVn = 3617,83 - 15,7988(PB) - 18,2323(EE) - 96,3884(MM) + 0,4874(EB)$ ,  $R^2 = 0,76$ .

**Palavras-chave:** energia metabolizável aparente, energia metabolizável verdadeira, equação de predição, frangos de corte.

## **Prediction of metabolizable energy values for poultry offal meal for the broiler chickens**

**ABSTRACT** - The objective of this research was to elaborate and evaluate the prediction equations to estimate the values of metabolizable energy of poultry offal meal (POM). The informations used in this work, refers to the values of metabolizable energy, apparent and true, corrected for the balance of nitrogen (AMEn and TMEn) and chemical composition of poultry offal meal. The literature used in the review included only published studies on poultry offal meal, developed in Brazil. Thus, only the work that brought the values of AMEn and TMEn and obtained by the method of total collection of excreta with broiler chickens (phase of growth); the chemical composition of the crude protein (CP), ether extract (EE), mineral matter (MM), gross energy (GE), calcium (Ca), phosphorus (P) were used. The equations obtained to estimate the values AMEn of the POM were:  $AMEn = -2315.69 + 31.4439 (CP) + 29.7697 (MM) + 0.7689 (GE) - 49.3611 (Ca)$ ,  $R^2 = 0.72$  for the meals with medium levels of fat;  $AMEn = +3.245,07 + 46.8428 (EE)$ ,  $R^2 = 0.76$  for meals with high fat levels and  $AMEn = 4059.15 - 440397 (P)$ ,  $R^2 = 0.82$  for the means values of ash. The equations for estimate the values of the TMEn recommended for high contents of ash was:  $TMEn = 5092.57 - 115647 (MM)$ ,  $R^2 = 0.78$  and for the meals with low and medium contents of mineral was:  $TMEn = 3617.83 - 15.7988 (CP) - 18.2323 (EE) - 96.3884 (MM) + 0.4874 (GE)$ ,  $R^2 = 0.76$ .

**Key words:** apparent metabolizable energy, true metabolizable energy, prediction equation, broilers chickens

## INTRODUÇÃO

Diante da variabilidade na composição química da farinha de vísceras de aves, pesquisadores e nutricionistas têm encontrado empecilhos no uso deste ingrediente nas rações. Estes empecilhos, em suma, dizem respeito ao nível ideal de utilização e qual matriz nutricional adotar na hora de formular.

Uma vez que o atendimento correto das necessidades diárias das aves é de fundamental importância para o seu desenvolvimento e conseqüente sucesso da formulação, cabe ao nutricionista encontrar meios para ponderar estas variantes inevitáveis na composição dos ingredientes e sempre buscar a maior aproximação dos níveis anunciados na fórmula com aqueles que estão disponíveis na dieta.

Albino & Silva (1996) propuseram que a utilização das equações de predição para determinar os valores energéticos de alimentos de origem animal constitui uma alternativa viável e prática para corrigir as variantes na composição destes ingredientes, que são inerentes ao processo de produção e ajustam-se bem aos procedimentos de controle de qualidade de rotina das empresas.

Na presente revisão, 22 equações de predição do valor energético da farinha de vísceras de aves foram encontradas. Deste total, 8 predizem o valor energético no sistema de energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio, e as outras 14 predizem no sistema de energia metabolizável verdadeira, também corrigida para o balanço de nitrogênio. Estes dois sistemas de partição de energia, intrinsecamente, são diferentes, primariamente, pela metodologia de obtenção e, de forma implícita, o efeito fisiológico da idade da ave sobre o aproveitamento da energia, demonstrado pela categoria da mesma utilizada em cada método.

Observa-se, também, que o número de variáveis consideradas no modelo de predição é algo de grande valia, já que se deseja que a variável a ser predita ( $\hat{Y}$ ) assuma correlações com aquelas análises laboratoriais mais simples e rotineiras, ao passo de ser idealizada e que seja monovariada.

Contudo, nem sempre isto é possível. Esse fato pode ser constatado nas equações de Robbins & Firman (2006):  $EMV_n = -2486 + 71,2X(\text{Umidade}) + 0,9X(\text{EB}) - 0,2X(\text{Fe}) + 67,7X(\text{Ca}) + 1036,7X(\text{K})$ ,  $R^2 = 0,98$  e dos pesquisadores Pesti et al. (1986), onde as equações monovariadas obtidas por eles, uma depende de uma bomba calorimétrica ( $EMV_n = -725 + 841X(\text{EB})$ ,  $R^2 = 0,64$ ), e a outra, de um espectrofotômetro de absorção atômica para determinar com precisão o teor de cálcio na amostra ( $EMV_n = 4,07 - 142X(\text{Ca})$ ,  $R^2 = 0,64$ ).

Equipamentos sofisticados e onerosos se fazem necessários para a utilização de algumas equações de predição; realidade que não se verifica em boa parte das fábricas de ração no Brasil. Robbins & Firman (2006) obtiveram uma equação monovariada em função de uma análise de proteína bruta ( $EMV_n = 4491,3 - 28,1X(\text{PB})$ ,  $R^2 = 0,11$ ), porém apresentou baixo coeficiente de correlação. Com isso, objetivou-se com esta pesquisa gerar e avaliar equações de predição para estimar os valores de energia metabolizável para aves da farinha de vísceras de aves, em função da composição química, a partir de dados de literatura.

## MATERIAL E MÉTODOS

As informações utilizadas neste trabalho referem-se aos valores de energia metabolizável, aparente e verdadeiro, corrigidos para o balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn), e a composição química das farinhas de vísceras de aves. Os dados utilizados foram provenientes de meticulosa revisão bibliográfica de modo a incluir o maior número possível de artigos científicos, indexados ou não, pesquisando-se em anais de congressos e simpósios, dissertações e teses.

A revisão de literatura incluiu apenas os trabalhos publicados sobre farinha de vísceras de aves desenvolvidos no Brasil. Aqueles ingredientes mistos, como farinha, pena e vísceras, e farinha de vísceras suína, não foram incluídos nesta catalogação. Este procedimento teve a finalidade de isolar as variações pertinentes a este ingrediente em estudo, a fim de se obter o máximo de informações e minimizar os erros que pudessem influenciar na análise dos dados, bem como aumentar a confiabilidade da informação disponibilizada pelas equações.

Desta forma, apenas os trabalhos que traziam os valores de EMAn e EMVn obtidas por meio da utilização do método tradicional de coleta total de excreta com frangos de corte industrial em crescimento e a composição química em termos de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), energia bruta (EB), cálcio (Ca) e fósforo (P) foram privilegiados e utilizados. Aqueles que não traziam todas estas informações foram agrupados e analisados separadamente.

Assim, as informações predominantes foram proteína bruta e extrato etéreo, anunciados por todos os trabalhos levantados. Cerca de 20 informações trazem matéria mineral e energia bruta, além dessas duas variáveis. Apenas 17 informações completas

foram coletadas, nas quais constam os teores cálcio e fósforo somados das demais variáveis (proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, energia bruta, cálcio, fósforo). Quanto ao sistema de energia, todos os trabalhos expressaram em EMAn, e das 27 informações catalogadas, 12 registros também anunciaram o valor energético da farinha em EMVn (Tabela 1).

Após a revisão, as informações obtidas foram tabuladas e receberam o tratamento estatístico, aplicando-se os princípios da análise de regressão múltipla. Antes deste procedimento para anular os efeitos das diferentes umidades das farinhas, fez-se a correção para a mesma base seca dos teores proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, energia bruta, cálcio e fósforo, ajustando-se os valores para 92% de matéria seca, conforme sugerido por Dale et al. (1993).

Além do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e significância de cada modelo proposto, fez-se a simulação do valor predito de cada equação, utilizando as referidas composições químicas e contrastadas com o valor energético determinado por ensaio metabólico; e, por meio do quadrado médio dos desvios entre o valor determinado e o predito, obtiveram-se informações sobre a acurácia de cada modelo.

$$\left[ \text{QMD} = \sum (\text{VD} - \text{VP})^2 / \text{N} \right]$$

Onde;

QMD, quadrado médio dos desvios;

VD, valor determinado em ensaio metabólico;

VP, valor predito pela equação de regressão e

N, número de observações utilizado para gerar a equação.



Tabela 1. Médias da composição química e valores energéticos da farinha de vísceras de aves apresentada por diferentes autores<sup>1</sup>

Nº	Autores	PB	EE	EB	MM	Ca	P	EMAn <sup>2</sup>	EMVn <sup>2</sup>
		(%)						Kcal/kg	
1	Bellaver et al. (2001) FV1	51,97	18,15	-----	-----	-----	-----	3530	-----
2	Bellaver et al. (2001) FV2	51,53	17,76	-----	-----	-----	-----	4121	-----
3	Bellaver et al. (2001) FV3	47,14	24,54	-----	-----	-----	-----	3874	-----
4	Bellaver et al. (2001) FV4	46,29	20,76	-----	-----	-----	-----	3369	-----
5	Bellaver et al. (2001) FV5	45,22	21,19	-----	-----	-----	-----	3638	-----
6	Bellaver et al. (2001) FV6	50,23	20,83	-----	-----	-----	-----	4036	-----
7	Nascimento et al. (2002) FV1	55,78	13,22	5381	15,15	3,12	2,04	3648	3233
8	Nascimento et al. (2002) FV2	57,47	12,40	4777	13,00	3,22	3,51	3836	3645
9	Nascimento et al. (2002) FV3	47,04	10,06	3755	24,74	3,31	2,85	2811	3541
10	Nascimento et al. (2002) FV4	48,55	13,70	4171	21,64	2,89	2,08	3192	2289
11	Nascimento et al. (2002) FV5	57,46	14,03	4824	12,43	3,49	3,57	3519	2898
12	Paula et al. (2002)	58,01	16,99	5161	6,93	-----	-----	3663	-----
13	Tucci et al. (2003)	58,76	11,04	4544	14,61	-----	-----	3517	-----
14	D'Agostini et al. (2004)	66,17	18,91	5725	3,08	0,40	1,89	4346	-----
15	Soares (2004)	64,77	11,26	4660	13,24	-----	-----	3132	3158
16	Nery (2005)	49,91	14,28	4525	10,11	3,03	2,49	2750	-----
17	Nunes et al. (2005)	46,25	12,30	3822	24,38	9,52	3,98	2360	-----
18	Brumano et al. (2006)	60,98	20,27	5062	10,94	4,73	2,32	3250	-----
19	Nunes et al. (2006) FV1	49,71	16,35	4497	19,20	3,54	3,05	2730	2536
20	Nunes et al. (2006) FV2	49,43	18,53	4468	19,48	5,38	2,73	2726	2460
21	Nunes et al. (2006) FV3	59,92	13,38	4864	13,10	2,07	2,21	3089	3240
22	Melo (2007) FV1	56,83	15,54	4911	13,03	5,36	1,60	3631	-----
23	Melo (2007) FV2	60,59	15,47	5253	13,74	5,15	1,91	3910	-----
24	Ramalho (2008)	54,95	10,61	5136	11,74	-----	-----	2524	-----
25	Silva (2009) FV1*	65,26	15,20	5116	10,03	2,47	1,35	3938	3957
26	Silva (2009) FV2*	68,76	11,40	4972	9,41	2,77	1,51	3746	3770
27	Silva (2009) FV3*	56,03	22,98	5591	11,74	3,14	1,71	4209	4229

\* Dados apresentados na Tabela 6 do Capítulo I

<sup>1</sup> Valores ajustados para 92% de matéria seca<sup>2</sup> Determinado com frangos de corte em crescimento

Nº, número de informações cadastradas

As determinações das equações de predição dos valores de EMAn e EMVn foram realizadas por meio de regressão linear simples e múltipla, utilizando a técnica de Eliminação Indireta (*Backward*) com auxílio do programa computacional Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas-SAEG, versão 9.1 (UFV, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios, máximos, mínimos e coeficientes de variação para as variáveis de composição química e energia metabolizável da farinha de vísceras de aves. Os resultados obtidos demonstraram conformidade ao atendimento da primeira premissa para elaboração de equações de predição, que preconiza a existência de variação nas variáveis de composição química e energia metabolizável.

Tabela 2. Valores médios, máximos, mínimos e coeficientes de variação para as variáveis de composição química e energia metabolizável da farinha de vísceras de aves

Parâmetros	PB	EE	MM	Ca	P	EB	EMAn	EMVn
	(%)				(kcal/kg)			
Número de observações	27	27	21	17	17	21	27	12
Média	55,00	15,97	13,89	3,74	2,40	4819,79	3448,0	3246,2
Máximo	68,76	24,54	24,74	9,52	3,98	5724,67	4345,9	4229,2
Mínimo	45,22	10,06	3,08	0,40	1,35	3755,02	2360,1	2289,1
Coefficiente de Variação, (%)	12,30	25,28	38,99	52,07	32,29	10,66	15,60	18,90

PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; MM, matéria mineral; EB, energia bruta; Ca, cálcio; P, fósforo; EMAn, energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio; EMVn, energia metabolizável verdadeira corrigida para o balanço de nitrogênio

Desse modo, pode ser observado que o maior e o menor coeficiente de variação apresentado pelas variáveis analisadas, foram: 52,07 e 10,66% para o cálcio e energia bruta, respectivamente. Característica eleita como desejável por alguns autores (Nunes et al., 2001; Rodrigues et al., 2002; Borges et al., 2003).

Nascimento (2007), trabalhando com milho grão, verificou que as variações na composição química não foram suficientes para possibilitar ajuste de uma única equação para predizer, com acurácia, o valor energético deste ingrediente em questão.

A variação apresentada nos teores de matéria mineral, cálcio e fósforo foi a maior entre as variáveis catalogadas e, especialmente, para esses elementos minerais. Na literatura, preconiza-se uma relação Ca:P em que prevalecem níveis maiores de cálcio

na farinha. Nos trabalhos nacionais, essa relação é mais estreita (1,36:1) quando comparada com farinhas estrangeiras (1,8:1).

Essas relações estão em conformidade com a composição química média dos ossos; contudo, via de regra, os teores variam de acordo com o tipo de osso e a espécie animal. As substâncias minerais correspondem a 38% do osso e são constituídas essencialmente por fosfato de cálcio (85%), carbonato de cálcio (10%), fosfato de magnésio (1,5%) e fluoreto de cálcio (0,5%), segundo Roque (1996).

O fosfato de cálcio, principal componente, encontra-se na forma de Hidroxiapatita, que possui a fórmula molecular descrita por  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , que representa em massa molar uma relação Ca:P de 1,67:1, conforme Oliveira (2005). No entanto, no presente trabalho, constatou-se relato de uma relação Ca:P inversa, ou seja, indicando prevalência dos níveis de fósforo.

Nas demais variáveis, as variações apresentaram-se em conformidade com o que se apresenta na literatura, como proporção de partes no que se refere à quantidade de carnes e ossos; isto afeta a relação proteína:materia mineral; assim, quanto maior o aproveitamento de carne pelos sistemas mecanizados, maior será a proporção de materia mineral na farinha, via osso.

Para o extrato etéreo, a variação pode estar ligada com a forma de processamento, no tocante ao incremento de gordura no digestor para a fritura da farinha, bem como sua integridade pelo meio em que ela é transportada, se por canaletas com uso de água, ou por roscas e até mesmo pelo uso de esteiras mecânicas movidas por engrenagem (Maffi, 1993).

As correlações biológicas são mostradas conforme a separação utilizada na análise dos dados. Estes grupamentos foram: 1º - farinha de vísceras de aves; 2º - farinha de

vísceras de baixa energia, e 3° - farinha de vísceras de alta energia. De maneira geral, o primeiro grupo correlacionou-se significativamente com as variáveis plotadas, exceto para o teor de extrato etéreo.

Tabela 3. Análise de correlações entre EMAn e as variáveis estudadas

1° grupo farinha de vísceras de aves						
	PB	EE	MM	EB	CA	P
PB	1,000	-----	-----	-----	-----	-----
EE	0,176	1,000	-----	-----	-----	-----
MM	-0,836	-0,392	1,000	-----	-----	-----
EB	0,769	0,572	-0,839	1,000	-----	-----
CA	-0,483	-0,084	0,580	-0,489	1,000	-----
P	-0,591	-0,305	0,518	-0,608	0,474	1,000
Correlações de Pearson com EMAn						
	PB	EE	MM	EB	CA	P
R <sup>2</sup>	0,772	0,337	-0,730	0,855	-0,534	-0,594
T	47,024	13,865	-41,340	63,896	-24,426	-28,630
Significância	0,0001	0,0929	0,0004	0,0001	0,0137	0,0059
2° grupo farinha de vísceras de aves de baixa energia						
	PB	EE	MM	EB	CA	P
PB	1,000	-----	-----	-----	-----	-----
EE	0,508	1,000	-----	-----	-----	-----
MM	-0,752	-0,526	1,000	-----	-----	-----
EB	0,885	0,747	-0,880	1,000	-----	-----
CA	-0,345	0,039	0,417	-0,391	1,000	-----
P	-0,561	-0,270	0,566	-0,591	0,836	1,000
Correlações de Pearson com EMAn						
	PB	EE	MM	EB	CA	P
R <sup>2</sup>	0,692	0,328	0,600	-0,468	-0,672	-0,9040
T	23,481	0,851	18,372	-12,959	-22,253	-51,778
Significância	0,02860	0,21360	0,0579	0,1213	0,0338	0,0010
3° grupo farinha de vísceras de aves de alta energia						
	PB	EE	MM	EB	CA	P
PB	1,000	-----	-----	-----	-----	-----
EE	-0,422	1,000	-----	-----	-----	-----
MM	-0,633	-0,219	1,000	-----	-----	-----
EB	-0,022	0,878	-0,562	1,000	-----	-----
Correlações de Pearson com EMAn						
	PB	EE	MM	EB	CA	P
R <sup>2</sup>	-0,144	0,871	-0,609	0,933	-----	-----
T	-0,291	35,516	-15,376	51,832	-----	-----
Significância	0,3927	0,0119	0,0995	0,0033	-----	-----

No segundo grupo, os teores de proteína bruta e fósforo foram as variáveis que apresentaram maior coeficiente de correlação com a energia metabolizável aparente corrigida. Esperava-se que a matéria mineral também tivesse este comportamento, ao passo que esta variável demonstrou alta correlação negativa com a energia bruta; no entanto, a interação com a energia metabolizável não foi significativa. Para o terceiro grupo, a energia bruta e o extrato etéreo proporcionaram correlações altamente significativas.

Para os coeficientes de correlação com a energia metabolizável verdadeira corrigida, dentre as quatro variáveis correlacionadas (proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e energia bruta), o extrato etéreo foi à única variável em que não se verificou significância.

A baixa correlação do extrato etéreo com os demais constituintes químicos da farinha de vísceras pode ser explicada pela proporção de gordura adicionada no digestor, por não existir ainda um padrão a ser seguido pelas empresas. Além desse fator, existe também a taxa de recuperação da gordura presente na farinha (já existente + adicionada) no procedimento de prensagem da mesma.

Já em relação à energia metabolizável, aparente e verdadeira, em ambas o extrato etéreo não apresentou alta correlação nem significância; salvo quando se consideraram ou apenas as informações das farinhas que continham alto teor de energia metabolizável (Tabela 4). Diferentemente, as farinhas que apresentaram alto teor de matéria mineral, os valores de energia metabolizável, independentemente do sistema (aparente ou verdadeiro), foram sempre menores, assim apresentaram uma correlação antagônica: quanto maior o teor de matéria mineral, menor será o valor de energia metabolizável.

A relação verificada para matéria mineral não se verificou com o extrato etéreo, assim algumas farinhas apresentaram alto teor de gordura, mas não apresentaram alto valor de energia metabolizável. O baixo coeficiente de correlação com a energia metabolizável apresentada para o extrato etéreo, pode ser remetida à qualidade dessa gordura, primariamente, e as interações com íons metálicos no lúmen intestinal.

Tabela 4. Análise de correlações entre EMVn e as variáveis estudadas

	Farinha de vísceras de aves			
	PB	EE	MM	EB
PB	1,000	-----	-----	-----
EE	-0,149	1,000	-----	-----
MM	-0,892	-0,177	1,000	-----
EB	0,651	0,439	-0,791	1,000
Correlações de Pearson com EMVn				
	PB	EE	MM	EB
r <sup>2</sup>	0,7721	0,2371	-0,896	0,8401
T	3,6451	0,7323	-6,0546	4,6462
Significância	0,0027	0,2413	0,0001	0,0006

No que se refere à qualidade, a informação gerada pela queima na bomba calorimétrica da gordura presente na farinha é contabilizada em sua totalidade. Mas, nos ensaios de metabolismo, essa fonte energética não é assimilada com a mesma linearidade pelo animal. Desse modo, Racanicci et al. (2004) concluíram que o processo de oxidação lipídica provoca profundas alterações na gordura proveniente de vísceras de aves. Estes autores constataram redução no valor de energia metabolizável próxima a 1.470 kcal/kg, quando a gordura se encontrava oxidada.

Para interações com íons metálicos, altos níveis de ácidos graxos e de cálcio no lúmen intestinal, impostos pela metodologia de substituição preconizada por Matterson et al. (1965) para avaliar o alimento, podem acarretar sucessivas reações de saponificação e formação de sabões insolúveis durante a digestão, resultando em uma diminuição na absorção dos ácidos graxos, conforme sugerem os achados de Lessire et

al. (1985). O intrigante é que os teores de cálcio apresentaram baixa correlação com a energia bruta e ainda menor com o extrato etéreo, o que alguns autores não verificaram, como Sibbald & Price (1977) e Lessire et al. (1985). Para esta falta de correlação, aponta-se a variabilidade sem precedente em alguns dos dados utilizados.

As equações de regressão para estimar os valores de energia metabolizável estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6. De maneira geral, à medida que se aumentou o número de variáveis no modelo melhoraram os ajustes das equações de predição. Nunes et al. (2001) e Rodrigues et al. (2002) também verificaram comportamento semelhante a esse. Estes autores corroboram a hipótese que o ideal seria manter o ajuste com diminuição, uma vez que esta situação diminuiria a necessidade de análises laboratoriais.

Para a predição do valor de energia metabolizável aparente corrigida, 24 modelos foram significativos. Desses modelos, 11 foram adequados para estimar a energia metabolizável da farinha de vísceras de aves descrita por Rostagno et al. (2005). A equação que utilizou todas as variáveis ( $EMAn \text{ kcal/kg} = -2049,99 + 24,3107(PB) - 18,1908(EE) + 25,7792(MM) + 0,8674(EB) - 40,8754(Ca) - 14,9818 (P)$   $R^2$  de 67,08%), foi a que permitiu maior distanciamento dos valores determinados nos ensaios de metabolismo. O fósforo foi a primeira variável a ser eliminada pelo *Backward* Já a equação monovariada, dependente da proteína bruta ( $EMAn \text{ kcal/kg} = 1749,44 + 30,8831(PB)$ ,  $R^2 = 15,06\%$ ), apresentou menor ajuste dos dados.

Dentre os modelos, a equação 3 ( $EMAn \text{ kcal/kg} = -2315,69 + 31,4439(PB) + 29,7697(MM) + 0,7689(EB) - 49,3611(Ca)$  com  $R^2$  de 71,90%) possibilitou maior ajuste e conseqüente menor desvio em relação às demais equações. A simulação utilizando a composição química extraída dos referidos autores, demonstrou que essa equação tem uma aproximação de 98,5% do valor preconizado. Contudo, apesar de

apresentar melhor ajuste, essa equação traz a dependência de equipamentos sofisticados, como uma bomba calorimétrica e um espectrofotômetro.

Tabela 5. Equações de predição da EMAn (kcal/kg) para frangos de corte em crescimento, em função da composição química<sup>1</sup>

ER	Nº	C o e f i c i e n t e s d e R e g r e s s ã o							R <sup>2</sup>	Sig	QMD
		Constante	PB	EE	MM	EB	Ca	P			
Farinha de vísceras de aves											
1	17	-2049,99	24,3107	-18,1908	25,7792	0,8674	-40,8754	-14,982	67,08	0,0053	12277678017,2
2	17	-2184,04	25,2250	-17,5707	26,6740	0,8739	-42,6688	-----	70,04	0,0017	721646,9
3	17	-2315,69	31,4439	-----	29,7697	0,7689	-49,3611	-----	71,90	0,0005	81202,3
4	17	-711,83	20,9554	-----	-----	0,6362	-35,0366	-----	72,09	0,0002	487387,8
5	17	-1157,27	23,5447	-----	-----	0,6713	-----	-----	72,94	0,0001	484128,1
6	17	-916,19	-----	-----	-----	0,8966	-----	-----	71,34	0,0001	5579021,6
Univariadas											
7	27	1749,44	30,8831	-----	-----	-----	-----	-----	15,06	0,0455	236744,2
8	27	-405,04	45,6186	84,1646	-----	-----	-----	-----	51,46	0,0002	2509270,1
9	27	2462,17	-----	61,7334	-----	-----	-----	-----	21,42	0,0150	217505,0
10	21	4279,47	-----	-----	-66,2998	-----	-----	-----	40,69	0,0019	217033,1
11	21	-5406,38	-----	-----	-----	0,8093	-----	-----	52,12	0,0001	139126,7
Farinha de vísceras de aves de alta energia											
12	6	3926,40	-23,5316	-----	-36,9802	0,3655	-----	-----	96,82	0,0190	38292918977,3
13	6	1246,27	-5,5631	-----	-----	0,5914	-----	-----	80,93	0,0387	86685,2
14	6	890,03	-----	-----	-----	0,5931	-----	-----	83,81	0,0066	87875,2
15	6	4937,39	-15,9761	30,4611	-42,5587	-----	-----	-----	94,30	0,0340	1964576,3
16	6	3596,39	-----	41,6675	-26,3832	-----	-----	-----	90,57	0,0135	205229,0
17	6	3245,07	-----	46,8428	-----	-----	-----	-----	75,92	0,0238	149361,7
Farinha de vísceras de aves de baixa energia											
18	8	3985,54	44,2277	32,7452	-----	-0,6153	-----	-434,895	94,27	0,0331	21621478374,8
19	8	3485,27	31,3305	-----	-----	-0,2648	-----	-394,315	90,14	0,0176	96750,7
20	8	3137,37	14,0199	-----	-----	-----	-----	-366,680	86,69	0,0065	87307,8
21	8	4059,15	-----	-----	-----	-----	-----	-440,397	81,71	0,0021	125296,8
22	8	2401,16	25,5103	-----	19,7670	-----	18,3600	-473,210	85,30	0,0381	1913449,1
23	8	2209,98	27,1499	-----	20,1825	-----	-----	-407,474	87,94	0,0087	100537,4
24	10	1392,33	27,5474	-----	-----	-----	-----	-----	36,74	0,0632	50463,9

<sup>1</sup> Valores ajustados para 92% de matéria seca; ER, equação de regressão; Nº, número de informações; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; MM, matéria mineral; EB, energia bruta; Ca, cálcio; P, fósforo; R<sup>2</sup>, valor ajustado; Sig. Significância; QMD, quadrado médio dos desvios

As farinhas que apresentaram alta energia, foram agrupadas, e 6 modelos foram gerados. Os valores máximo, médio e mínimo para EMAn, PB, EE, EB e MM foram: 4.346, 3.997 e 3.746 kcal/kg; 69, 62 e 56%; 23, 16 e 11%; 5.725, 5.239 e 4.777 kcal/kg;



14, 10 e 3%, respectivamente. Desta forma, a equação 17 possibilitou bom ajuste dos dados e reuniu praticidade em sua execução, por ser monovariada dependente do extrato etéreo como sendo:  $EMAn \text{ kcal/kg} = + 3245,07 + 46,8428(EE)$  com  $R^2$  de 75,92%. Aplicando os valores máximo (23%), médio (16%) e mínimo (11%) anunciado para o extrato etéreo nesta equação, encontram-se desvios menores que 1%, ou seja, 99% de reprodutibilidade dos valores aferidos nos ensaios de metabolismo.

Para farinha de vísceras de baixa energia metabolizável, seis modelos foram significativos a 5% e um a 10%. As seis equações contiveram o fósforo como variável preditora e uma monovariada, conforme o modelo,  $EMAn \text{ kcal/kg} = 4059,15 - 440,397(P)$  com  $R^2$  de 81,71%. Na simulação com o maior e o menor teor de fósforo catalogado, a equação prevê um erro 2,33 e 1,58% na estimativa do valor de energia metabolizável aparente corrigida.

O quadrado médio do resíduo, contudo, foi menor para a equação que não continha essa variável no modelo e foi significativa a 10%. Esta equação (24) contém apenas o teor de proteína bruta como variável preditora, conforme o modelo  $EMAn \text{ kcal/kg} = + 1392,33 + 27,5474(PB)$ ,  $R^2 = 36,74\%$ . Este modelo é mais sensível para farinhas com alto teor de matéria mineral, isto porque a proteína bruta se encontrou significativamente correlacionada com esta variável ( $r = -0,752$ ) e a energia bruta ( $r = 0,885$ ), reproduzindo o valor determinado por meio de ensaios biológicos em 98,2% a energia metabolizável da farinha com 18% de matéria mineral.

Para a predição do valor de energia metabolizável verdadeira corrigida (Tabela 6), quatro modelos foram gerados. A matéria mineral se fez presente em todos, uma vez que apresentou correlação significativa ( $p = 0,0001$ ) com a energia metabolizável verdadeira corrigida ( $r = -0,895$ ). O menor quadrado médio dos resíduos foi verificado

para a equação 1  $EMVn \text{ kcal/kg} = 3617,83 - 15,7988(PB) - 18,2323(EE) - 96,3884(MM) + 0,4874(EB)$ ,  $R^2 = 75,51\%$ .

Tabela 6. Equações de predição da EMVn (kcal/kg) para frangos de corte em crescimento, em função da composição química<sup>1</sup>

ER	Nº	C o e f i c i e n t e s d e R e g r e s s ã o					R <sup>2</sup>	Sig.	QMD
		Constante	PB	EE	MM	EB			
1	12	3617,83	-15,7988	-18,2323	-96,3884	0,4874	75,51	0,0113	633205,0
2	12	2413,94	-----	-6,6823	-77,7099	0,4575	78,58	0,0029	645657,0
3	12	2513,40	-----	-----	-79,8113	0,4223	81,14	0,0005	650709,0
4	12	5092,57	-----	-----	-115,647	-----	78,10	0,0002	848717,0

<sup>1</sup> Valores ajustados para 92% de matéria seca; ER, equação de regressão; Nº, número de informações; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; MM, matéria mineral; EB, energia bruta; Ca, cálcio; P, fósforo; R<sup>2</sup>, valor ajustado; Sig. Significância; QMD, quadrado médio dos desvios

Este modelo foi acurado para farinhas que continham menor presença de matéria mineral em sua composição. Nas farinhas com teores de 24,9; 15,7 e 9,5% de matéria mineral, os desvios foram 7,1; 2,4 e 1,9%, respectivamente, mostrando peculiaridade na predição. Já a equação 4, onde se tem  $EMVn \text{ kcal/kg} = 5092,57 - 115,647(MM)$  com R<sup>2</sup> de 78,10%, para essas mesmas farinhas (24,9; 15,7 e 9,5% de matéria mineral), este modelo prevê um erro estimado em 3,8; 4,1 e 7,5%, respectivamente.

Nascimento (2000) elaborou seis equações de predição para EMAn da farinha de vísceras de aves, das quais em quatro se faz necessária a determinação do diâmetro geométrico médio, e em outras duas aplicam-se aos dados utilizados no presente trabalho. Elas preveem melhor aplicação em farinhas com alto teor de matéria mineral. Aplicando o modelo de melhor ajuste nas farinhas com 24 e 9% de matéria mineral, os erros foram de 0,15 e 9,2%.

As equações para predição de EMVn determinada com galos, por Pesti et al. (1986), são mais acuradas para farinhas com baixo teor de matéria mineral (9%), e o

desvio ficou próximo a 0,5%; no entanto, para aquelas ricas em minerais, a estimativa pela equação distancia-se em 22,8% do valor determinado.

Dale et al. (1993), em 22 amostras de farinha de vísceras, observaram que o menor valor determinado de extrato etéreo foi de 18,3%, e o maior foi de 39,4%. A energia metabolizável verdadeira determinada para estas farinhas foi 3.626 e 5.247 kcal/kg, respectivamente; utilizando a equação obtida para farinha de alta energia, os valores estimados corresponderam acerca de 87% para farinha com 18% de gordura, e a 97% do valor da farinha que continha 39,4% de extrato etéreo.

Assim, fica evidente que uma única equação de predição não é capaz de prever com acurácia os valores energéticos de todos os tipos de farinhas existentes no mercado. A necessidade de mais estudos para se aumentar o banco de dados é clara para poder elucidar algumas relações já discutidas e para poder melhorar, também, alguns coeficientes de correlações biológicas.

## CONCLUSÕES

As equações para estimar os valores de energia metabolizável aparente da farinha de vísceras foram:  $EMAn \text{ kcal/kg} = -2315,69 + 31,4439(PB) + 29,7697(MM) + 0,7689(EB) - 49,3611(Ca)$ ,  $R^2 = 71,90\%$  para aquelas com teores médios de gorduras. Para altos teores de gordura, deve ser utilizada a seguinte equação:  $EMAn \text{ kcal/kg} = + 3245,07 + 46,8428(EE)$  e para altos teores de matéria mineral, recomenda-se a equação:  $EMAn \text{ kcal/kg} = 4059,15 - 440,397(P)$ ,  $R^2 = 81,71\%$ . Para estimar os valores de energia metabolizável verdadeira, desde que a farinha tenha elevado teor de matéria mineral, usa-se a equação  $EMVn \text{ kcal/kg} = 5092,57 - 115,647(MM)$ ,  $R^2 = 78,10\%$  e para aquelas

que apresentam teores baixos e médios deste componente químico, a opção é fazer o uso da equação:  $EMV_n \text{ kcal/kg} = 3617,83 - 15,7988(PB) - 18,2323(EE) - 96,3884(MM) + 0,4874(EB)$ ,  $R^2 = 75,51\%$ .

## LITERATURA CITADA

- ALBINO, L.F.T. & SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p.361-388.
- BELLAVER, C.; BRUM P.A.R.; LIMA, G.M.M. et al. Estimativas da energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de 20 farinhas de vísceras de aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 3. Trabalhos de Pesquisa. FACTA. Campinas. 2001, p.46.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. et al. Equações de regressão para estimar valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, a partir de análises químicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.734-746, 2003.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- D'AGOSTINI, P.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.128-134, 2004.
- DALE, N.; FANCHER, B.; ZUMBADO, M. et al. Metabolizable energy content of poultry offal meal. **Journal Applied Poultry Research**, v. 2, n.1, p. 40-42, 1993.
- LESSIRE, M.; LEQUERCQ, B.; CONAN, L. et al. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. **Poultry Science**, v. 64, n.9, p.1721-1728, 1985.
- MAFFI, G.L. Graxarias e subprodutos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993., Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciências e Tecnologia Avícolas, 1993. p.191-201.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.
- MELO, H.H.C. **Determinação dos valores de energia metabolizável de alimentos com aves de diferentes idades**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

NASCIMENTO, A.H. **Determinação do valor nutritivo da farinha de vísceras e da farinha de penas para aves, utilizando diferentes metodologias.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002. (Suplemento).

NASCIMENTO, G.A.G. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves utilizando o princípio da meta-análise.** Lavras: Universidade federal de Lavras, 2007. 199p. Tese (Doutorado em nutrição de monogástrico) - Universidade federal de Lavras, 2007.

NERY, L.R. **Valores de energia metabolizável e de aminoácido digestível de alguns alimentos para aves.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 87p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785-793, 2001.

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

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. et al. Valores energéticos de diferentes alimentos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1752-1757, 2006 (suplemento.)

OLIVEIRA, M.E. **Potencial de inibição da progressão de cárie artificial por irradiação subablativa com laser de CO<sub>2</sub> pulsado em esmalte dental bovino.** Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, 2005. 84p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - SP, 2005.

PAULA, A.; BRUM, P.A.R.; AVILA, V.S. et al. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos e farinha de vísceras determinados com diferentes níveis de substituição para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8 n.1, p. 51-55, 2002.

PESTI, G.M.; FAUST, L.O.; FULLER, H.L. et al. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. **Poultry Science**, v.65, n.12, p.2258-2267, 1986.

RACANICCI, A.M.C.; MENTEN, J.F.M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B. et al. Oxidação lipídica do óleo de vísceras de aves para redução de seu conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.919-923, 2004.

RAMALHO, V.R.R.A.R. **Avaliação nutricional de subprodutos de abatedouros avícolas para frangos de corte**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

ROBBINS, D.H. & FIRMAN, J.D. Evaluation of the metabolizable energy of poultry by-product meal for chickens and turkeys by various methods. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.8, p.753-758, 2006.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.

ROQUE, V.F. **Aproveitamento de Resíduos de Carne de Frango: uma análise exploratória**. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996. 84p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. v.1. 186 p.

SIBBALD, I.R. & PRICE, K. The effects of level of dietary inclusion and of calcium on the true metabolizable energy value of fats. **Poultry Science**, v.56, n.6, p.2070-2078, 1977.

SOARES, K.R. **Valores energéticos de ingredientes proteicos para frangos de corte na fase pré-inicial**. Lavras: Universidade federal de Lavras, 2004. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2004.

TUCCI, F.M.; LAURENTIZ, A.C.; SANTOS, E.A. et al. Determinação da composição química e dos valores energéticos de alguns alimentos para aves. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.1, p.85-89, 2003.

SILVA, E.P. Avaliação nutricional de farinhas de vísceras de aves e a utilização em rações...

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 2006. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.1. Viçosa-MG.



## **CAPÍTULO III**

*Uso de farinha de vísceras de aves em rações de frangos de corte*

\*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia

### **Uso de farinha de vísceras de aves em rações de frangos de corte**

**RESUMO** - Objetivou-se, nesta pesquisa, estudar os efeitos da inclusão da farinha de vísceras de aves (FVA) nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e as características de carcaça. Foram utilizados 700 pintainhos de corte, machos com um dia de idade, distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições compostas por 20 animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de: ração referência (milho e farelo de soja) e cinco rações diferentes níveis de inclusão da FVA (3%, 6%; 9% e 12%). As rações foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis e estabelecidas para serem isoenergéticas e isonutritivas para proteína, metionina+cistina, lisina e treonina, isocálcicas, isofosfóricas, isosódicas e seus eletrólitos corrigidos para o mesmo balanço eletrolítico. As variáveis analisadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso e rendimentos de carcaça e de cortes (peito, coxa, sobrecoxa, asas e dorso) e gordura abdominal. O consumo de ração não foi afetado pelos níveis de inclusão da farinha de vísceras de aves. O ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram uma resposta quadrática para os tratamentos, assim como rendimento de carcaça e cortes nobres. A gordura abdominal aumentou linearmente. O desempenho zootécnico das aves e o rendimento de carcaça e partes (peito, coxas e sobrecoxas) foram maximizados com a inclusão, em torno de 5,3% e 6,5% da farinha de vísceras de aves na dieta, respectivamente.

**Palavras-chave:** ingrediente alternativo, subprodutos de origem animal, aminoácidos digestíveis, deposição de gordura.

### **Use poultry offal meal in rations of broiler chickens**

**ABSTRACT** - The objective of this research was study the effects of inclusion of poultry offal meal (POM) in diets on performance and carcass characteristics of broilers chickens. Males broiler chicks (700) with one day-old were distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replicates with 20 animals each. The treatments consisted of: a diet reference (corn and soybean meal) and four diets with different levels of the POM in the diets (3%, 6%, 9% and 12%). The diets were formulated with digestible amino acids and were isoenergetic and isonutritives for: protein, methionine + cystine, lysine, threonine, calcium, phosphorus, sodium and electrolytes corrected. The variables analyzed were: feed intake, weight gain, feed conversion, weight and yield of the carcass (breast, thigh, drumstick, wing and back) and abdominal fat. The feed intake wasn't affected by treatments. The weight gain and feed conversion showed a quadratic response to the treatments as well as the carcass and some parts. The abdominal fat increased linearly. The performance and yield of the carcass and parts (breast, thigh and drumstick) were maximized with the inclusion of 5.3 and 6.5% of poultry offal meal in the diet, respectively.

**Key words:** alternative ingredients, animal by-products, digestible amino acids, abdominal fat

## INTRODUÇÃO

Dentre os ramos da produção de proteína animal de ciclo curto para o consumo humano, a avicultura destaca-se pela sua alta capacidade de produção. Concomitantemente, a esta característica, verifica-se uma relação linear com a produção de resíduos. O levantamento mostrado na revisão bibliográfica indica que a avicultura de corte destinada ao mercado interno é capaz de absorver, via ração, todo o resíduo produzido pelo segmento avícola de corte.

Estima-se que em 2007 tenham sido produzidas em torno de 406.523 toneladas de farinha de vísceras de aves, conforme já citado anteriormente na revisão bibliográfica. Essa produção é perfeitamente absorvida pelas fabricas de rações para aves de corte, pois, se todas as aves destinadas ao mercado interno fossem alimentadas com dietas contendo 4% desta farinha, criaria uma demanda de 556.525 toneladas deste ingrediente.

O aumento da inclusão deste resíduo nas dietas é algo desejável, pois, num futuro próximo, com o crescimento da produção avícola, será uma alternativa ambiental, primeiramente, e nutricional. Atualmente, os avanços das técnicas aplicadas na nutrição desses animais e a acessibilidade de algumas análises por parte de produtores podem permitir aumentar, ainda mais, o nível de inclusão deste ingrediente nas dietas avícolas.

Isto porque a farinha de vísceras é ingrediente com características específicas, como: fonte de aminoácidos, vitaminas, elementos minerais e energia, além de ser um recurso gerado dentro da própria cadeia produtiva e, por isso, sofre menos com as especulações do mercado em relação ao seu preço, quando comparado-se ao farelo de soja.

Mesmo com essas características, na literatura, encontram-se pouco mais de 10 trabalhos científicos postulando diferentes recomendações quanto ao nível ótimo de inclusão deste ingrediente nas dietas. A essa falta de consenso nos trabalhos tem sido atribuída à variabilidade na composição das farinhas e aos diferentes critérios adotados nas formulações.

Contudo, alguns trabalhos anunciam resultados positivos com a aplicação de novos conceitos na formulação das dietas experimentais, tais como: correção da energia metabolizável, dos aminoácidos digestíveis, das relações cálcio:fósforo disponível e balanço eletrolítico das dietas, demonstrando melhorias no desempenho das aves, conforme os autores Bellaver et al. (2001) e Oliveira et al. (2003). Desta forma, objetivou-se, nesta pesquisa, estudar os efeitos da inclusão da farinha de vísceras de aves nas dietas de frangos de corte industrial sobre o desempenho e o rendimento de carcaça.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A presente pesquisa foi conduzida na Estação Experimental de Pequenos Animais de Carpina pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco, de 14 de fevereiro a 27 de março de 2008. Utilizou-se um galpão de alvenaria, disposto sentido leste-oeste, coberto com telhas de amianto, de piso de concreto, dotado de 44 boxes de 1,3 X 2,0 m. Dentre os 1.110 pintos machos adquiridos, de um dia de idade, da linhagem AG Ross 308, com peso médio inicial de 45,5 g, provenientes de matrizes com 55 semanas de idade, selecionaram-se 700 pintainhos, que foram distribuídos num delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições

compostas por 20 animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em ração-referência à base de milho e farelo de soja (T1, 0% de farinha de vísceras de aves (FVA)) e outros quatro tratamentos, compostos por níveis crescentes de inclusão da FVA, como sendo T2 - 3% de FVA, T3 - 6% de FVA, T4 - 9% de FVA e T5 - 12% de FVA.

Os boxes foram forrados com papel (durante os primeiros três dias) sobre a cama de maravalha. Os mesmos continham ainda uma lâmpada de 100 watts para aquecimento das aves, um comedouro tubular infantil e um bebedouro pendular; sendo que, aos 14 dias de idade das aves, os comedouros foram substituídos por comedouros para a fase adulta. Os pintainhos foram vacinados contra a doença de Marek no incubatório e aos 12 dias de idade foram vacinados por via ocular contra a doença Newcastle e Bronquite infecciosa.

Para o monitoramento ambiental, efetuou-se o registro da temperatura ambiental e a umidade relativa do ar diariamente, às 9, 15 e 21 horas, além da máxima e mínima, por meio de um termômetro digital, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no período experimental<sup>1</sup>

Período de coleta (horas)	Idade, semanas					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
	Temperatura, °C					
09	32,57	30,83	30,85	29,71	29,70	27,87
15	36,35	32,33	33,90	33,87	33,11	28,90
21	28,37	27,72	27,55	26,90	26,69	25,65
Máxima	36,77	37,87	37,95	37,92	37,41	32,77
Mínima	27,88	26,63	25,13	24,62	24,63	23,73
Média <sup>1</sup>	32,33	32,25	31,54	31,27	31,02	28,25
	Umidade relativa do ar, %					
Máxima	88,33	86,14	82,29	87,29	86,71	98,83
Mínima	29,00	23,00	18,07	22,73	20,00	42,57
Média <sup>1</sup>	58,67	54,57	50,18	55,01	53,36	70,70

<sup>1</sup> Considerou-se no os valores de máxima e mínima

O programa de iluminação foi de 23 horas de luz (natural+artificial), exceto para a primeira semana, em que se adotaram 24 horas de luz. A partir do 18º dia de idade, foram instalados 4 ventiladores, dois em cada fileira de boxe. A qualidade da água foi monitorada a cada três dias, por meio do nível de cloro, procurando mantê-lo entre 3 e 4 ppm durante todo o período experimental, com a adição de pastilhas de cloro. Os bebedouros foram lavados duas vezes ao dia, e o fornecimentos de água bem como de ração foram *ad libitum*.

Para se obter o ganho de peso semanal, as aves foram pesadas, duas a duas, até 28 dias de idade, com auxílio de uma balança de precisão de 2 gramas, exceto na primeira semana, em que se utilizou uma balança de 0,5 gramas. Com 35 e 42 dias de idade, pesou-se toda a unidade experimental numa balança com 50 gramas de precisão. O consumo de ração foi obtido por meio das informações do fornecido e das sobras de ração de cada unidade experimental, registrada em balança de 2 gramas (exceto na primeira semana) concomitantemente à pesagem.

Disposto destas informações, calculou-se a conversão alimentar. Para efeito de correção no consumo de ração e conversão alimentar, as mortalidades que ocorreram no período experimental, foram anotadas, na oportunidade, pesava-se a ave, a unidade experimental e a ração do comedouro.

Para a formulação das rações, usou-se o programa SUPERCRAC, com sua matriz nutricional atualizada para os ingredientes milho, farelo de soja e farinha de vísceras de aves, conforme a Tabela 2. O programa de alimentação empregado baseou-se nas fases: inicial (1 a 14), crescimento (14 a 28) e final (28 aos 42 dias de idade). As rações foram formuladas com base em aminoácidos digestíveis e estabelecidas para manterem o mesmo nível energético e dos nutrientes apresentados nas Tabelas 3; 4; 5 e 6.

Tabela 2. Composição energética e de nutrientes dos macroingredientes utilizados nas formulações de rações

Constituintes	Milho grão	Farelo de soja	Farinha de vísceras de aves
Energia metabolizável, kcal/kg	3381	2256	2590
Proteína bruta, %	8,26	45,32	56,91
Cálcio, %	0,03	0,24	5,32
Fósforo disponível, %	0,08	0,18	2,89
Metionina+Cistina, %	0,33	1,11	1,48
Lisina, %	0,21	2,55	2,67
Treonina, %	0,27	1,57	1,78
Triptofano, %	0,06	0,56	0,43
Arginina, %	0,36	3,20	3,67
Leucina, %	0,97	3,22	3,52
Valina, %	0,35	1,93	2,53
Isoleucina, %	0,26	1,92	2,05
Gordura, %	3,61	1,66	13,84
Ácido Linoleico, %	1,83	0,67	1,90
Sódio, %	0,02	0,02	0,43
Cloro, %	0,05	0,05	0,54
Potássio, %	0,28	1,83	0,67
Colina total, mg/kg	626	2.794	5.952
Fibra bruta, %	1,73	5,41	-

A farinha utilizada durante todo o experimento foi de um único lote e ficou armazenada em sacos de náilon durante todo o período experimental. As misturas foram feitas para cada fase, exceto para a última fase, que precisou de duas misturas.

As amostras do milho, farelo de soja e farinha de vísceras foram analisadas quanto ao seu teor de proteína bruta, e por meio de equações lineares disponibilizadas pelo manual da Degussa (1997), foram corrigidos os valores de aminoácidos totais (metionina, metionina+cistina, lisina, treonina e triptofano). Diante dessas informações, utilizaram-se os coeficientes de digestibilidade dos respectivos aminoácidos apresentados por Rostagno et al. (2005) para se obterem os valores de aminoácidos digestíveis. Os teores dos elementos minerais, cálcio, fósforo, sódio, cloro e potássio da farinha de vísceras de aves também foram analisados, e a matriz nutricional, atualizada com estas informações.



Tabela 3. Composição alimentar das rações experimentais na fase inicial 1 a 14 dias de idade

Ingredientes	0	3	6	9	12
Milho	55,474	57,925	60,377	62,828	65,279
Farelo de Soja 45%	36,709	32,430	28,151	23,871	19,592
Farinha de vísceras de aves	0,000	3,000	6,000	9,000	12,000
Gordura de aves	3,002	2,252	1,501	0,751	0,000
Fosfato Bicálcico	1,922	1,484	1,046	0,608	0,170
Calcário calcítico	0,913	0,805	0,697	0,589	0,481
Sal Comum	0,515	0,412	0,309	0,205	0,102
L-Lisina HCl 78,8%	0,366	0,397	0,428	0,459	0,490
DL-Metionina 99%	0,365	0,360	0,355	0,350	0,345
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de Zinco 15%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Salinomicina de sódio 12%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Cloreto de Colina 70%	0,050	0,040	0,030	0,020	0,010
L-Treonina 98%	0,154	0,162	0,170	0,178	0,186
Bicarbonato de sódio	0,000	0,106	0,212	0,317	0,423
Adsorvente <sup>3</sup>	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Inerte (areia lavada)	0,000	0,098	0,196	0,294	0,392
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
EMAn, kcal/kg	2996	2996	2996	2996	2996
Proteína bruta, %	21,86	21,86	21,86	21,86	21,86
Cálcio, %	0,932	0,932	0,932	0,932	0,932
Fósforo disponível, %	0,466	0,466	0,466	0,466	0,466
Metionina+Cistina,%	0,948	0,948	0,948	0,948	0,948
Lisina, %	1,336	1,336	1,336	1,336	1,336
Treonina, %	0,866	0,866	0,866	0,866	0,866
Triptofano, %	0,239	0,229	0,220	0,210	0,201
Arginina, %	1,374	1,356	1,338	1,320	1,302
Leucina, %	1,720	1,712	1,703	1,695	1,686
Valina, %	0,903	0,905	0,906	0,908	0,910
Isoleucina, %	0,987	0,969	0,951	0,933	0,914
Gordura, %	5,602	5,287	4,972	4,657	4,343
Ácido Linoleico, %	2,880	2,549	2,217	1,885	1,554
Sódio, %	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223
Potássio, %	0,827	0,776	0,724	0,673	0,622
Cloro, %	0,353	0,307	0,261	0,214	0,168
Colina, %	1405	1472	1539	1606	1673
Fibra Bruta, %	2,946	2,757	2,567	2,378	2,189
BE <sup>4</sup> , mEq/kg	209	209	209	209	209

<sup>1</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Vitamina A, 7.500.000 UI; Vitamina D3, 2.500.000 UI; Vitamina E, 18.000 mg; Vitamina B12, 12.500 mg; Vitamina K3, 1.200 mg; Niacina, 35.000 mg; Piridoxina, 2.000 mg; Riboflavina, 5.500 mg; Tiamina, 1.500 mg; Biotina, 67 mg; Pantotenato de Cálcio, 10.000 mg; Ácido fólico, 550 mg; Antioxidante, 5.000 mg. <sup>2</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Ferro, 60.000 mg; Cobre, 13.000 mg; Manganês, 120.000 mg; Zinco, 100.000 mg; Iodo, 2.500 mg; Selênio, 500 mg. <sup>3</sup> Adsovente demicotoxina, Aluminossilicato. <sup>4</sup> BE, balanço eletrolítico

Tabela 4. Composição alimentar das rações experimentais na fase de crescimento de 14 a 28 dias de idade

Ingredientes	0	3	6	9	12
Milho	55,595	58,247	60,899	63,551	66,203
Farelo de Soja 45%	34,875	30,558	26,241	21,923	17,606
Farinha de vísceras de aves	0,000	3,000	6,000	9,000	12,000
Gordura de aves	5,361	4,542	3,723	2,904	2,085
Fosfato Bicálcico.	1,793	1,355	0,916	0,478	0,039
Calcário calcítico	0,870	0,762	0,655	0,547	0,439
Sal Comum	0,499	0,395	0,292	0,188	0,084
L-Lisina HCl 78,8%	0,156	0,188	0,219	0,251	0,282
DL-Metionina 98%	0,234	0,229	0,224	0,218	0,213
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de Zinco 15%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Salinomicina de sódio 12%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Cloreto de Colina 70%	0,050	0,040	0,030	0,020	0,010
L-Treonina 98%	0,038	0,046	0,054	0,062	0,070
Bicarbonato de sódio	0,000	0,107	0,213	0,320	0,426
Cloreto de potássio*	0,000	0,003	0,007	0,010	0,013
Adsorvente <sup>3</sup>	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
EMAn, kcal/kg	3147	3147	3147	3147	3147
Proteína bruta, %	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70
Cálcio, %	0,879	0,879	0,879	0,879	0,879
Fósforo disponível, %	0,439	0,439	0,439	0,439	0,439
Metionina+Cistina,%	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Lisina,%	1,127	1,127	1,127	1,127	1,127
Treonina,%	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732
Triptofano,%	0,229	0,219	0,209	0,200	0,190
Arginina,%	1,316	1,298	1,279	1,261	1,242
Leucina,%	1,662	1,655	1,647	1,639	1,631
Valina,%	0,868	0,870	0,871	0,873	0,875
Isoleucina,%	0,949	0,930	0,912	0,894	0,876
Gordura, %	7,925	7,549	7,173	6,796	6,420
Ácido Linoleico, %	4,142	3,777	3,412	3,047	2,682
Sódio, %	0,216	0,216	0,216	0,216	0,216
Potássio, %	0,794	0,744	0,694	0,644	0,595
Cloro, %	0,343	0,298	0,253	0,208	0,163
Colina, %	1319	1394	1468	1542	1617
Fibra Bruta, %	2,849	2,661	2,473	2,285	2,098
BE <sup>4</sup> , mEq/kg	200	200	200	200	200

<sup>1</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Vitamina A, 7.500.000 UI; Vitamina D3, 2.500.000 UI; Vitamina E, 18.000 mg; Vitamina B12, 12.500 mg; Vitamina K3, 1.200 mg; Niacina, 35.000 mg; Piridoxina, 2.000 mg; Riboflavina, 5.500 mg; Tiamina, 1.500 mg; Biotina, 67 mg; Pantotenato de Cálcio, 10.000 mg; Ácido fólico, 550 mg; Antioxidante, 5.000 mg. <sup>2</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Ferro, 60.000 mg; Cobre, 13.000 mg; Manganês, 120.000 mg; Zinco, 100.000 mg; Iodo, 2.500 mg; Selênio, 500 mg. <sup>3</sup> Adsovente demicotoxina, Aluminossilicato; <sup>4</sup> BE, balanço eletrolítico. \* Puro para análise.

Tabela 5. Composição alimentar das rações experimentais na fase final de 28 a 42 dias de idade

Ingredientes	0	3	6	9	12
Milho	58,832	61,397	63,962	66,527	69,092
Farelo de Soja 45%	30,773	26,472	22,171	17,870	13,569
Farinha de vísceras de aves	0,000	3,000	6,000	9,000	12,000
Gordura de aves	6,330	5,541	4,752	3,962	3,173
Fosfato Bicálcico.	1,754	1,316	0,877	0,439	0,000
Calcário calcítico	0,860	0,753	0,645	0,538	0,430
Sal Comum	0,471	0,368	0,266	0,163	0,060
L-Lisina HCl 78,8%	0,168	0,199	0,231	0,262	0,293
DL-Metionina 99%	0,205	0,200	0,195	0,190	0,185
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Bacitracina de Zinco 15%*	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Salinomicina de sódio 12%*	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Cloreto de Colina 70%	0,040	0,030	0,020	0,010	0,000
L-Treonina, 98%	0,037	0,045	0,053	0,061	0,069
Bicarbonato de sódio	0,000	0,108	0,215	0,323	0,430
Cloreto de potássio**	0,000	0,042	0,085	0,127	0,169
Adsorvente <sup>3</sup>	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
EMAn, kcal/kg	3248	3248	3248	3248	3248
Proteína bruta, %	19,10	19,10	19,10	19,10	19,10
Cálcio, %	0,857	0,857	0,857	0,857	0,857
Fósforo disponível, %	0,427	0,427	0,427	0,427	0,426
Metionina+Cistina,%	0,737	0,737	0,737	0,737	0,737
Lisina,%	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038
Treonina,%	0,675	0,675	0,675	0,675	0,675
Triptofano,%	0,208	0,198	0,189	0,179	0,169
Arginina,%	1,197	1,178	1,160	1,142	1,123
Leucina,%	1,562	1,554	1,546	1,538	1,530
Valina,%	0,800	0,802	0,804	0,805	0,807
Isoleucina,%	0,873	0,855	0,837	0,818	0,800
Gordura, %	8,939	8,590	8,240	7,890	7,541
Ácido Linoleico, %	4,697	4,346	3,996	3,645	3,294
Sódio, %	0,205	0,206	0,206	0,207	0,208
Potássio, %	0,728	0,698	0,668	0,638	0,608
Cloro, %	0,326	0,300	0,274	0,248	0,222
Colina, %	1231	1305	1378	1452	1526
Fibra Bruta, %	2,683	2,494	2,306	2,118	1,929
BE <sup>4</sup> , mEq/kg	183	183	183	183	183

<sup>1</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Vitamina A, 6.000.000 UI; Vitamina D<sub>3</sub>, 2.000.000 UI; Vitamina E, 12.000 mg; Vitamina B<sub>12</sub>, 12.000 mg; Vitamina K<sub>3</sub>, 800 mg; Niacina, 30.000 mg; Piridoxina, 1.500 mg; Riboflavina, 4.500 mg; Tiamina, 1.000 mg; Biotina, 50 mg; Pantotenato de Cálcio, 10.000 mg; Ácido fólico, 550 mg; Antioxidante, 5.000 mg. <sup>2</sup> Níveis de garantia por kg de produto: Ferro, 60.000 mg; Cobre, 13.000 mg; Manganês, 120.000 mg; Zinco, 100.000 mg; Iodo, 2.500 mg; Selênio, 500 mg. <sup>3</sup> Adsovente demicotoxina, Aluminossilicato. <sup>4</sup> BE, balanço eletrolítico; \* Na última semana de criação, foram retirados e substituídos em mesma quantidade de inerte; \*\* Padrão analítico

Tabela 6. Relações aminoácido/lisina obtidas com a inclusão da farinha de vísceras de aves

Níveis de inclusão	Aminoácidos								
	Met+Cist	Treo	Trip	Arg	Fen +Tir	Leu	Val	Isol	Hist
	Inicial								
0	71	65	18	103	125	129	68	74	64
3	71	65	17	102	122	128	68	73	62
6	71	65	16	100	120	127	68	71	61
9	71	65	16	99	117	127	68	70	60
12	71	65	15	97	115	126	68	68	59
	Crescimento								
0	71	65	20	117	142	148	77	84	72
3	71	65	19	115	139	147	77	83	71
6	71	65	19	114	136	146	77	81	70
9	71	65	18	112	133	145	78	79	68
12	71	65	17	110	130	145	78	78	67
	Final								
0	71	65	20	115	142	150	77	84	72
3	71	65	19	113	139	150	77	82	70
6	71	65	18	112	136	149	77	81	69
9	71	65	17	110	132	148	78	79	67
12	71	65	16	108	129	147	78	77	66
	Relações tabeladas <sup>1</sup>								
1 a 21	71	65	16	105	115	108	75	65	36
22 a 42	72	65	17	105	115	109	77	67	36

<sup>1</sup> Extraído de Rostagno et al. (2005)

A energia metabolizável da farinha de vísceras de aves foi obtida através de ensaio de metabolismo realizado por Ramalho (2008), e os nutrientes dos demais ingredientes foram obtidos de Rostagno et al. (2005), exceto para colina total, que foi extraída do NRC (1994). As referências para o atendimento de colina total das rações, nas diferentes fases, foram baseadas nas recomendações do NRC (1994).

Os valores adotados para consumo de ração, peso médio e ganho médio foram: 38,7 g/dia; 0,257 kg e 32,50 g/dia, na fase inicial, 110,8 g/dia; 0,988 kg e 70,50 g/dia para fase de crescimento, e na fase final adotaram-se 188,0 g/dia; 2,186 kg e 94,5 g/dia, respectivamente. Estes dados foram extraídos dos objetivos de desempenho do Manual da Linhagem AG Ross 308 (2007). De posse destes dados, aplicaram-se as equações

descritas por Rostagno et al. (2005) e, assim, obtiveram-se as exigências nutricionais nos períodos experimentais. Para permitir a inclusão de 12% da farinha de vísceras de aves nas rações experimentais e manter as relações cálcio:fósforo das rações constantes, as exigências de cálcio e fósforo obtidas para a última fase (28 a 42 dias) foram acrescidas em 6,4 e 6,2%, respectivamente.

Os valores referenciais do balanço eletrolítico das diferentes fases foram obtidos através da aplicação das fórmulas de Mongin & Sauveur (1977), nos valores das exigências obtidas para o sódio, potássio e cloro. Na correção para o mesmo balanço entre as rações, os valores de sódio e potássio foram fixados, variando apenas o cloro.

$$\left[ \text{BE mEq/kg} = \frac{[(\% \text{Na} \times 10000)]}{22,990} + \frac{(\% \text{K} \times 10000)}{39,102} - \frac{(\% \text{Cl} \times 10000)}{35,453} \right]$$

$$\left[ \text{BE mEq/kg} = \text{mEqNa} + \text{mEqK} - \text{mEqCl} \right]$$

Ao final do experimento de desempenho, aos 42 dias de idade, duas aves com o peso médio foram selecionadas e devidamente identificadas para representar a unidade experimental na avaliação do peso e no rendimento de carcaça e partes. As aves, após terem sido selecionadas, foram submetidas criteriosamente a um mesmo período de jejum, com a duração de 6 horas. Ao término do período de jejum, as aves foram pesadas e, em seguida, insensibilizadas para posterior sangria por meio de corte da jugular. Após 3 minutos de sangria, as carcaças foram escaldadas, deplumadas e evisceradas, sendo logo após pesadas sem cabeça, pescoço, pulmões e pés, obtendo-se o peso da carcaça quente. As carcaças foram imersas em água com temperatura próxima a 4 °C, durante 10 minutos. Em seguida, foram suspensas pelas asas para gotejamento da água, durante 3 minutos, para posterior pesagem das carcaças para se obter o peso da

carcaça fria; logo em seguida, foram realizados os cortes, separando-se as partes nobres (peito, coxas e sobrecoxas), as asas e o dorso, todos com a pele. A gordura abdominal foi obtida somando-se a gordura da região abdominal e da moela.

As características de carcaça avaliadas foram: peso da carcaça fria, cortes (peito, coxa, sobrecoxa, dorso e asas), e percentagem de gordura abdominal. O rendimento da carcaça fria foi determinado em relação ao peso ao abate. O rendimento das partes e da gordura abdominal foi obtido relacionando-se ao peso do abate e peso da carcaça fria.

Os resultados das variáveis de desempenho e da avaliação de carcaça foram submetidos à análise de variância, considerando uma significância de 5% de probabilidade. Quando encontrada diferença significativa pelo teste F, aplicou-se a análise de regressão linear nos níveis de inclusão.

Na escolha do modelo de regressão, foram considerados o nível de significância e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a resposta biológica. As análises estatísticas dos parâmetros avaliados foram realizadas com auxílio do programa computacional SISVAR versão 4.6. (Ferreira, 2003).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho zootécnicos estão apresentados na Tabela 7. Nas fases de 1 a 14 e de 14 a 28 dias não se observaram efeitos dos tratamentos sobre o consumo de ração; no entanto, na última fase, de 28 a 42 dias, apesar de não ter sido significativo, as aves alimentadas com 12% da farinha na dieta consumiram cerca de 8 gramas diárias a menos que as aves do grupo-controle.

Tabela 7. Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves alimentadas com rações contendo níveis crescentes de inclusão da farinha de vísceras de aves durante as diferentes fases de criação

Fases de criação	Níveis de inclusão da farinha de vísceras de aves					EPM <sup>1</sup>	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	Significância	CV <sup>2</sup>
	0	3	6	9	12					
%										
Consumo de ração, g										
1 a 14 dias	588,10	578,30	581,40	582,00	575,80	8,27	$\hat{Y} = 581,1$	-	NS	3,77
14 a 28 dias	1.765,00	1.751,60	1.690,60	1.728,00	1.764,40	26,60	$\hat{Y} = 1739,9$	-	NS	4,05
28 a 42 dias	2.425,30	2.428,00	2.458,10	2.407,90	2.331,40	48,49	$\hat{Y} = 2410,1$	-	NS	5,32
1 a 42 dias	4.778,30	4.758,10	4.729,70	4.718,10	4.671,80	52,83	$\hat{Y} = 4731,2$	-	NS	3,96
Ganho de peso, g										
1 a 14 dias	450,4	455,4	470,7	457,5	439,4	4,97	$\hat{Y} = 448,0+6,45X-0,59X^2$	84,80	0,004	2,92
14 a 28 dias	1.089,50	1.096,10	1.114,80	1.101,80	1.070,30	13,07	$\hat{Y} = 1085,7+9,19X-0,86X^2$	86,99	0,034	3,16
28 a 42 dias	1.324,30	1.352,60	1.392,10	1.343,60	1.287,80	26,26	$\hat{Y} = 1319,2+23,2X-2,16X^2$	88,31	0,009	5,18
1 a 42 dias	2.834,30	2.874,10	2.956,20	2.873,10	2.767,40	26,69	$\hat{Y} = 2822,8+38,9X-3,62X^2$	88,53	0,001	2,10
Conversão alimentar, g/g										
1 a 14 dias	1,31	1,27	1,23	1,27	1,31	0,013	$\hat{Y} = 1,31-0,02X+0,0018X^2$	93,33	0,001	2,58
14 a 28 dias	1,62	1,60	1,52	1,57	1,65	0,021	$\hat{Y} = 1,63-0,03X+0,0027X^2$	80,88	0,001	3,43
28 a 42 dias	1,83	1,80	1,76	1,79	1,81	0,013	$\hat{Y} = 1,83-0,02X+0,0014X^2$	83,79	0,001	1,86
1 a 42 dias	1,69	1,66	1,60	1,64	1,69	0,010	$\hat{Y} = 1,69-0,02X+0,0020X^2$	87,00	0,001	1,64

<sup>1</sup>EPM, erro-padrão da média;<sup>2</sup>CV, coeficiente de variação, %;

NS, não significativo, P&gt;0,05.

Na literatura, encontram-se considerações semelhantes, como as observadas por Ramalho (2008), que relatou, também, um declínio no consumo de ração das aves arraçadas com nível alto de farinha de vísceras de aves, embora não tenha sido detectado estatisticamente.

Do ponto de vista biológico, o consumo de ração é de grande valia, e uma redução nesta variável é inquietante, pois, dentre os efeitos derivados de uma ativação imunológica, encontra-se, prioritariamente, a redução na ingestão de alimentos, a fim de diminuir a entrada e o contato com os patógenos presentes (Klasing et al., 1987).

Por outro lado, Oliveira (1996) demonstrou que o tratamento térmico empregado na farinha de víscera de aves é capaz de neutralizar possíveis contaminações por *Salmonella*, mas nas etapas posteriores a recontaminação é passível de acontecer. Desta forma, admite-se uma contaminação inicial na matéria-prima (Oliveira, 1996), que tende a se proliferar de acordo com as condições de armazenagem posterior.

Os trabalhos com farinha de vísceras neste âmbito são escassos. Teixeira et al. (2003) observaram que a inclusão da farinha de carne e ossos com alto nível de contaminação na ração de frangos de corte aumentou o índice de diarreias em aves. Os referidos autores salientaram que os efeitos sobre o consumo de ração variam de acordo com o status sanitário da granja, e um resultado obtido pode não ser reproduzido conforme o desafio enfrentado pelas aves.

Sobre o limiar estatístico, a inclusão da farinha de vísceras de aves nas rações das aves não afetou o consumo de ração nas fases estudadas, uma vez que a composição da ração e o consumo verificado possibilitam inferir que os três primeiros aminoácidos limitantes (metionina+cistina, lisina e treonina) foram atendidos, mas o mesmo não



aconteceu para o triptofano. Então, esperava-se que o não atendimento ao triptofano fosse manifestar-se sobre o consumo de ração.

Na literatura específica, sabe-se que os níveis deste aminoácido estão relacionados à regulação do consumo por intermédio da serotonina, grelina e peptídeo inibidor gástrico; estes hormônios têm em seu mecanismo de síntese o envolvimento do triptofano (Tsiolakis & Marks, 1984; Leathwood, 1987; Zhang et al., 2007). As variações dos níveis plasmáticos destes hormônios interferem nos padrões de consumo de suínos, bem como no de aves, conforme relatado por Geelissen et al. (2006).

Contudo, a magnitude dos efeitos dos níveis de triptofano da ração, o mesmo pode ser inferido, já que, em aves, estes mecanismos ainda são pouco explicáveis. Isto porque, algumas formulações testadas com altos níveis de farinha de vísceras de aves e sem suplementação de triptofano sintético tornam-se deficientes deste aminoácido.

Isto porque, em trabalhos desenvolvidos por Bellaver et al. (2001) utilizando dietas formuladas à base de milho e farelo de soja com a inclusão de 14%, respectivamente, da farinha de vísceras de aves sem suplementação de triptofano, os autores não observaram efeito sobre o consumo de ração das aves. Hassanabadi et al. (2008), também, verificaram comportamento semelhante com a inclusão de 15% da farinha de vísceras de aves em dietas à base de milho, farelo de soja, trigo e farinha de carne.

A inclusão da farinha de vísceras de aves nas rações favoreceu o ganho de peso das aves. Observou-se, na fase inicial (1 a 14 dias de idade), um comportamento quadrático no ganho de peso, conforme a equação  $\hat{Y} = 448,0 + 6,45X - 0,59X^2$ ,  $R^2 = 84,80\%$ . Desta forma, estima-se que a melhor resposta de ganho de peso seja com a inclusão de 5,47% de farinha de vísceras, com um ganho de 471 g por ave.

Na criação de frangos de corte, as duas primeiras semanas pós-eclosão correspondem a nada menos que 33% do período médio de vida da ave, na qual o desenvolvimento corporal é acentuado, chegando a aumentar em quase dez vezes o seu peso. Nesta fase, ocorre intenso desenvolvimento das vísceras do trato gastrintestinal traduzido pelo crescimento alométrico positivo (Uni et al., 1995).

A inclusão crescente da farinha de vísceras de aves e a suplementação de aminoácidos sintéticos nas rações, com consequente diminuição do farelo de soja, demonstraram efeito positivo. Este efeito pode estar relacionado à melhoria na osmolaridade da digesta das aves por meio da diminuição da viscosidade (Jorgensen et al., 1996; Leske & Coon, 1999), pois é condição essencial para se obter o ponto de atividade ótima das enzimas hidrolíticas presentes no lúmen intestinal.

Leske & Coon (1999) relataram, também, que a diminuição dos teores de oligossacarídeos (galactosídeos) do farelo de soja proporcionou maior aproveitamento dos aminoácidos essenciais (3,3; 4,4 e 5,6% para lisina, treonina e metionina, respectivamente) e não essenciais que, para alanina, o incremento na digestibilidade foi de 11,7%. Assim, a diminuição destes constituintes via retirada do farelo de soja da dieta pode ter melhorado a hidrólise no lúmen bem como na mucosa intestinal.

Outra hipótese remete-se à composição do farelo de soja, devido à presença de inibidores de protease que, segundo Feng et al. (2007), correspondem a quase 3 miligramas por grama de matéria seca do farelo de soja. Diante deste componente indesejável, o emprego de processamento para inativá-lo é inevitável. Parsons (1996) encontrou redução na lisina digestível de 14,3 e 24,2% quando o processamento do farelo de soja foi moderado e severo, respectivamente. A alteração na lisina digestível da dieta implica diretamente sobre as relações entre os aminoácidos que utilizam a lisina

como referência. Deriva-se, deste fato, que a inclusão da farinha de vísceras de aves tenha melhorado a relação lisina/aminoácido da dieta.

Bellaver et al. (2001) também verificaram melhor desempenho para as aves alimentadas com farinha de vísceras de aves. A 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.

Alguns estudos realizados mostram que, nesta fase existe uma equivalência entre as fontes proteica, farinha de vísceras e farelo de soja (Naber & Morgan, 1956; Wisman et al., 1958; Bhargava & O' Neil, 1975a,b; Cancherini et al., 2004; Cancherini et al., 2005ab; Ramalho, 2008), o que não aconteceu no presente trabalho, uma vez que os resultados obtidos na fase inicial se mantiveram nas fases subsequentes. Ao passo que na fase de crescimento e final, a primeira derivada das equações quadráticas para ganho de peso, nas respectivas fases, também sugere os níveis de 5,34 e 5,37% para o desempenho máximo. Estes valores corroboram com o nível estimado para fase inicial, que pode ser remetido ao efeito cumulativo dos tratamentos.

Atualmente, as informações de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes são utilizadas nas formulações das rações para aves. Desse modo as rações experimentais foram formuladas, mas, mesmo assim, as diferenças mantiveram-se nas fases de crescimento e final. Esta constatação é atribuída a uma possível melhora na disponibilidade dos aminoácidos da dieta, sobretudo da lisina, com a retirada de 28,0 % da proteína do farelo de soja. Assumindo que o processamento do mesmo pode ter acarretado maior ocorrência de lisina complexada, pois, mesmo nesta forma, relata-se o

desaparecimento no trato gastrintestinal, mas o seu aproveitamento no anabolismo proteico não ocorre (Plakas et al., 1988).

A farinha de vísceras de aves e o farelo de soja, em comum, possuem a temperatura como agente principal durante o processamento; e dentre os fatores que interferem na qualidade da proteína de alimento, o tratamento térmico assume lugar de destaque. Este passo se faz necessário, pois, em ambos os ingredientes, existe a necessidade de desnaturar e anular possíveis atividades antinutricionais e microbiológicas.

Parsons (1996) lembra, contudo, que a ocorrência de formação de complexo aminoácido-carboidrato como o N 1-(1-deoxy-D-fructosil)-Lisina, por meio da condensação dos grupos  $-NH_2$  dos resíduos de lisina, e os grupos carbonila de açúcares redutores (glicose, frutose, lactose ou maltose), através da reação de Maillard, é comum e pode ser agravada de acordo com o grau do processamento. O acontecimento deste evento provoca diminuição do teor de lisina disponível, ou seja, existe ainda uma absorção intestinal (Plakas et al., 1985), mas, a nível celular, a transcrição pelo tRNA<sup>lis</sup> não ocorre, uma vez que este mensageiro é específico; conseqüentemente, a leitura não é realizada e não ocorre a codificação para síntese proteica (Voet & Voet, 2006).

Estes eventos contribuiriam para a melhoria na conversão alimentar das aves arraçadas com a farinha de vísceras de aves na ração. Conforme as equações apresentadas na Tabela 7, o nível de 5,0% de inclusão da farinha na dieta, durante todo o período de criação possibilitou a melhor conversão alimentar.

A melhor eficiência de utilização dos nutrientes e da energia das dietas com a farinha pode ser remetida à diminuição dos compostos antinutritivos como inibidores de tripsina e galactosídeos presentes no farelo de soja. Feng et al. (2006) quantificaram a

atividade enzimática (em unidades de substrato formado por miligrama de matéria seca da digesta) no duodeno, jejuno e íleo, e verificaram aumento de 51,96% na atividade proteolítica da tripsina no duodeno e jejuno, com a diminuição destes compostos no lúmen, além de aumentar a altura de vilo e profundidade de criptas nos três segmentos do intestino grosso. Na prática isto significa maior capacidade digestiva-absortiva.

Estes efeitos foram constatados por Mendonça Jr & Jensen (1989) utilizando outra metodologia, em ensaios de crescimento, com a inclusão de 10% de diferentes farinhas de vísceras de aves em dietas à base de milho, farelo de soja e gordura de frango. Os autores observaram, por meio de coleta parcial de excreta, com 0,2% de óxido crômico, que a inclusão da farinha aumentou a metabolizabilidade da energia da dieta em até 5,2 unidades percentuais. Esta maior assimilação refletiu-se em melhoras significativas sobre a conversão alimentar das aves.

Escalona & Pesti (1987) conduziram dois experimentos. No primeiro, eles verificaram, em dietas práticas (suplementação de metionina, apenas), à base de milho farelo de soja, atendendo em 1,31% a lisina total, que não superou a eficiência alimentar das aves arraçadas com a dieta com 5% de inclusão de farinha de vísceras de aves, mesmo atendendo 1,24% de lisina total. Já no segundo experimento, utilizando apenas uma farinha diferente, proveniente de outra graxaria, os referidos autores averiguaram que o resultado obtido com a inclusão da farinha em dietas práticas não é linear e, sim, depende da farinha que está sendo utilizada. As aves arraçadas com a inclusão da farinha, contudo foram menos eficientes, mesmo com suplementação da lisina na dieta.

Quanto aos componentes de carcaça (Tabela 8), os valores absolutos, em sua maioria (peso em jejum, peso da carcaça fria, peito, coxa e sobrecoxa), apresentaram comportamento quadrático, nos quais o maior e o menor nível estimado foram: 6,48%

para peito e 5,33% para o peso em jejum. O peso das asas e o do dorso não foram afetados pelos tratamentos aplicados, podendo a falta de significância ser atribuída ao alto coeficiente de variação experimental verificado. A deposição de gordura nas regiões abdominal e cloacal, nas aves, aumentou cerca de 2,62 gramas para cada unidade percentual de inclusão da farinha de vísceras de aves na dieta, conforme a equação  $\hat{Y} = 59,81 + 2,62X$ ,  $R^2 = 96,78\%$ .

Já os rendimentos dos componentes em relação ao peso em jejum, apenas o rendimento de peito ( $\hat{Y} = 26,34 + 0,28X - 0,023X^2$ ,  $R^2 = 80,71\%$ ) e a deposição de gordura ( $\hat{Y} = 2,14 + 0,1X$ ,  $R^2 = 98,80\%$ ) foram afetados pelos níveis de inclusão da farinha de vísceras de aves. As equações preveem que o maior rendimento de peito ocorra com a inclusão de 6,48% da farinha na dieta e que cerca 2,14% do peso corporal das aves correspondam à gordura depositada nas regiões abdominal e cloacal; no entanto, esse valor pode ser aumentado em 1,2% com a inclusão máxima de 12% da farinha na dieta das aves.

Os rendimentos das partes da carcaça em relação ao peso da carcaça, mostrados na Tabela 8, foram influenciados pelos tratamentos, exceto o rendimento de dorso. A melhoria alcançada no rendimento dos cortes nobres foi com a inclusão média estimada de 5,6% da farinha na dieta, que pode ser atribuída ao balanço aminoacídico das dietas (Tabela 5).

Tabela 8. Valores absolutos, rendimento de carcaça e de partes de frangos de corte industrial aos 42 dias de idade

Variáveis	Níveis de farinha de vísceras de aves, %					EPM	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	Significância	CV
	0	3	6	9	12					
Valores absolutos dos componentes, g										
Peso Jejum	2.746,8	2.757,1	2.828,3	2.780,7	2.679,6	21,7	$\hat{Y} = 2731,8+28,8X-2,7X^2$	81,57	0,0002	2,09
Carcaça fria	2183,4	2222,1	2236,7	2219,9	2216,7	52,29	$\hat{Y} = 2183,0+18,0X-1,54X^2$	99,48	0,0018	6,24
Peito	722,7	749,7	761,3	755,2	706,3	14,34	$\hat{Y} = 722,5+11,93X-0,92X^2$	99,90	0,0102	5,14
Coxa	291,2	305,5	308,0	306,0	295,7	6,55	$\hat{Y} = 291,7+5,43X-0,43X^2$	98,62	0,0362	5,76
Sobrecoxa	363,4	379,5	383,8	380,7	369,3	8,24	$\hat{Y} = 363,6+6,46X-0,50X^2$	99,35	0,0493	5,82
Asas	219,9	227,5	237,8	221,5	217,4	9,12	$\hat{Y} = 224$	-	NS	10,74
Dorso	489,6	475,4	500,8	498,2	464,7	19,29	$\hat{Y} = 224$	-	NS	10,51
Gordura Abdominal	59,922	65,095	78,897	84,051	89,782	2,44	$\hat{Y} = 59,81+2,62X$	96,78	0,0001	8,56
Rendimento de carcaça em relação ao peso jejum, %										
Carcaça fria	79,42	80,55	79,05	79,79	82,70	1,40	$\hat{Y} = 80,30$	-	NS	4,61
Peito	26,30	27,18	26,92	27,16	26,33	0,38	$\hat{Y} = 26,34+0,28X-0,023X^2$	80,71	0,050	3,80
Coxa	10,59	11,08	10,89	11,00	11,02	0,16	$\hat{Y} = 26,78$	-	NS	3,94
Sobrecoxa	13,23	13,76	13,56	13,69	13,78	0,23	$\hat{Y} = 13,60$	-	NS	4,55
Asas	7,99	8,24	8,40	7,95	8,11	0,27	$\hat{Y} = 0,27$	-	NS	8,95
Dorso	17,79	17,22	17,70	17,89	17,32	0,57	$\hat{Y} = 17,58$	-	NS	8,70
Gordura Abdominal	2,18	2,36	2,79	3,02	3,35	0,07	$\hat{Y} = 2,14+0,1X$	98,80	0,0001	7,80
Rendimento de partes em relação ao peso da carcaça fria, %										
Peito	33,14	33,75	34,22	34,09	31,81	0,61	$\hat{Y} = 32,96+0,52X-0,05X^2$	89,19	0,0096	4,86
Coxa	13,32	13,77	13,81	13,79	13,33	0,17	$\hat{Y} = 13,33+0,18X-0,015X^2$	97,37	0,0053	3,24
Sobrecoxa	16,69	17,08	17,15	17,17	16,66	0,02	$\hat{Y} = 16,68+0,18X-0,015X^2$	95,06	0,0202	3,16
Asas	10,04	10,23	10,62	9,95	9,79	0,21	$\hat{Y} = 10,03+0,15X-0,014X^2$	69,42	0,0362	5,59
Dorso	22,37	21,33	22,42	22,38	20,93	0,47	$\hat{Y} = 21,89$	-	NS	5,78
Gordura Abdominal	2,75	2,93	3,52	3,78	4,05	0,05	$\hat{Y} = 2,71+0,0115X$	97,32	0,0001	4,05

EPM, erro-padrão da média

CV, coeficiente de variação, %

NS, não significativo, P>0,05

A maior deposição de gordura com a inclusão da farinha é uma prova da melhor utilização dos nutrientes e da energia, uma vez que, quando ocorre um desequilíbrio dos aminoácidos na dieta, a gordura abdominal tende a reduzir-se (Yeh & Levielle, 1968; Cabel et al., 1988). Pois, existem relatos que o balanço aminoacídico se relaciona intimamente com as modificações no sistema orgânico do animal. Rosebrough & Mcmurtry (1993) verificaram que, à medida que se aprimorava o balanço aminoacídico, ou seja, diminuindo o excesso de aminoácido, aumentou a taxa do hormônio insulina fator de crescimento I (IGF-1). O IGF-1 pode ser relacionado à síntese proteica que, na prática, é um fator indicador cárneo.

Aletor et al. (2000) observaram que, à medida que se reduzia a proteína bruta da dieta com a suplementação de aminoácidos sintéticos, melhorava o perfil aminoacídico da dieta que, posteriormente, se refletia em aumento na retenção de lisina na carcaça e maior deposição de gordura pela ave. Isto porque as enzimas que fazem parte do complexo sintetase na lipogênese, são sensíveis aos níveis de NAD; dessa forma, o equivalente de redução de NADH para  $\text{NADP}^+$  pelas enzimas (NAD-málica desidrogenase e enzima málica) deve ser favorecido para que haja a biossíntese de um ácido graxo (Yeh & Levielle, 1968).

Já, quando ocorre o desequilíbrio, Rosebrough et al. (1990) explicam que acontece um aumento nas atividades enzimáticas da transaminase glutâmico-oxalacética e isocitrato desidrogenase, as quais demandam, via citrato mitocondrial, o intermediário alfacetoglutarato, sendo que esta última é dependente de NAD para sua ativação.

A estrutura carbônica no processo gliconeogênico, convertido em glicose, reduz o equivalente de redução (os níveis de NADPH), normalmente requerido pela adição de



resíduos de acetil durante a lipogênese. Assim, com a diminuição nos níveis de citrato e NADPH, verifica-se decréscimo na atividade da enzima málica. Isto é agravado em aves, pois existe relato de que ela não consegue manter os níveis de NADPH por meio do ciclo das pentoses (Raheja et al., 1971).

Na literatura, encontram-se alguns resultados divergentes quanto à magnitude das respostas aos níveis de inclusão da farinha de vísceras nas dietas das aves; em parte, as composições da dieta em si diferem, bem como a farinha utilizada no que se refere à variação intrínseca da própria farinha.

Assim, Isika et al. (2006) trabalhando com dois níveis (1,5 e 3%), não perceberam efeito positivo na inclusão da farinha em dietas formuladas à base de milho, farelo de soja e farinha de peixe. No entanto, Hossain et al. (2003) utilizaram dietas com composição semelhantes à dos autores supracitados e observaram que a inclusão de 8% da farinha de vísceras de aves em dietas melhorou o rendimento de partes. Ramalho (2008) utilizou dietas à base de milho e farelo de soja e incluiu 4,5; 9,0; 13,5 e 18,0% de farinha de vísceras de aves nas dietas de frangos e constatou que a primeira derivada das equações para rendimento de partes sugere a inclusão de 10% da farinha na dieta.

Assim como no presente trabalho, Mendonça Jr & Jensen (1989) e Hassanabadi et al. (2008) também verificaram que a inclusão da farinha de vísceras de aves em dietas baseadas em milho e farelo de soja aumentou a deposição de gordura pelas aves. Comportamento semelhante ao observado foi verificado por Ramalho (2008), que constatou aumento de 0,052% de gordura na carcaça para cada 1,0% de inclusão da farinha na dieta. No presente trabalho, estima-se que a mesma unidade de inclusão aumente 0,1% somado ao intercepto de 2,14%. A explicação para maior deposição de

gordura em valores absolutos encontra-se na relação energia:proteína da dieta utilizada (Jones, 1986).

### **CONCLUSÕES**

O desempenho zootécnico das aves e o rendimento carcaça e cortes nobres foram maximizados com a inclusão de 5,3 e 6,5% da farinha de vísceras de aves na dieta, respectivamente. A inclusão de 12% da farinha de vísceras proporcionou maior deposição de gordura abdominal.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo; ao Banco do Nordeste pelo financiamento da pesquisa; à empresa Agropecuária Serrote Redondo, pela doação da farinha, e ao Programa de Cooperação Acadêmica (PROCAD/CAPES), pela possibilidade de realização do “Mestrado Sanduíche”.

## LITERATURA CITADA

- ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIEB, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, n.5, p.547-554, 2000.
- BELLAVER, C.; BRUM, P.A.R.; LIMA, G.M.M. et al. 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**, v.3, n.3, p.233-240, 2001.
- BHARGAVA, K.K & O'NEIL, J.B. Composition and utilization of poultry by-product and hydrolyzed feather meal in broiler diets. **Poultry Science**, v.54, n.5, p.1511-1518, 1975.
- BHARGAVA, K.K. & O' NEIL, J.B. Evaluation of dehydrated poultry waste from cage reared broiler as a feed ingredient for broilers. **Poultry Science**, v.54, n.5, p.1506-1511, 1975.
- CABEL, M.C.; GOODWIN, T.L.; WALDROUP, P.W. Feather meal as nonspecific nitrogen source for fat reduction in broiler during the finishing period. **Poultry Science**, v.67, n.2, p.300-306, 1988.
- CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O. et al. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas para frangos de corte com base no conceito de proteínas bruta e ideal, no período de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2060-2065, 2004 (Supl. 2).
- CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; OLIVEIRA, M.C. et al. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.529-534, 2005a.
- CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; OLIVEIRA, M.C. et al. Utilização de subprodutos de origem animal em dietas formuladas com base em proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.535-540, 2005b.
- DEGUSSA - Amino acid recommendations for poultry. Feed Formulation Guide. Hanau: Degussa AG, 1997.
- ESCALONA, R.R & PESTI G.M. Nutritive value of poultry by-product meal. 3. Incorporation into practical diets. **Poultry Science**, v.66, n.6, p.1067-1070, 1987.

- FENG, J.; LIU, X.; XU, Z.R. et al. Effects of fermented soybean meal on intestinal morphology and digestive enzyme activities in weaned piglets. **Digestive Diseases and Sciences**, v.52, n.8, p.1845-1850, 2007.
- FERREIRA, D.F. Programa SISVAR. **Sistema de Análise de Variância**. Versão 4.6. Lavras.Universidade Federal de Lavras, 2003.
- GEELISSEN, S.; SWENNEN, Q.; GEYTEN, S. et al. Peripheral ghrelin reduces food intake and respiratory quotient in chicken. **Domestic Animal Endocrinology**, v.30, n.2, p.108-116, 2006.
- HASSANABADI, A.; AMANLOO, H.; ZAMANIAN, M. Effects of substitution of soybean meal with poultry by-product meal on broiler chickens performance. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.7, n.3, p.303-307, 2008.
- HOSSAIN, M.H.; AHAMMAD, M.U.; HOWLIDER, M.A.R. Replacement of fish meal by broiler offal in broiler diet. **International Journal of Poultry Science**, v.2, n.2, p.159-163, 2003.
- ISIKA, M.A.; AGIANG, E.A.; ENEJI, C.A. Complementary effect of processed broiler offal and feather meals on nutrient retention, carcass and organ mass of broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.7, p.656-661, 2006.
- JONES, B.R.L. Nutritional influences on carcass composition in the broiler chicken. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.45, n.1, p.27-32, 1986.
- JORGENSEN B.H.; ZHAO, X.Q.; KNUDSEN, K.E.B. et al. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.15, n.3, p.379-395, 1996.
- KLASING, K.C.; LAURIN, D.E.; PENG, R.K. et al. Immunologically mediated growth depression in chicks: Influence of feed intake, corticosterone and interleukin-1. **The Journal of Nutrition**, v.117, n.9, p.1629-1637, 1987.
- LEATHWOOD, P.D. Tryptophan availability and serotonin synthesis. **Proceedings of the Nutrition Society**. v.46, n.1, p.143-156. 1987.
- LESKE, K.L. & COON, C.N. Hydrogen gas production of broiler chicks in response to soybean meal and  $\alpha$ -galactoside free, ethanol-extracted soybean meal. **Poultry Science**, v.78, n.9, p.1313-1316, 1999.
- MENDONÇA JUNIOR, C.X. & JENSEN, L.S. Effect of formulating diets with different assigned energy data for poultry by-product meal on the performance and

- abdominal fat. content of finishing broilers. **Poultry Science**, v.68, n.2, p.1672-1677, 1989.
- MONGIN, P.; SAUVEUR, B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth and cartilage abnormalities. In: GROWTH AND POULTRY MEAT PRODUCTION, 1977, Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh: British Poultry Science, p.235-237, 1977.
- NABER, E.C. & MORGAN, C.L Feather meal and poultry meat scrap in chick starting rations. **Poultry Science**, v.35, n.4, p.888-895, 1956.
- NUTRIENT REQUIREMENTS OF POULTRY - National Research Council - NRC - Washington: National Academy Press, 9 ed., 1994.
- OLIVEIRA, E.C.; MURAKAMI, A.E.; FRANCO J.R.G., et al. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.25, n.2, p.293-299, 2003.
- OLIVEIRA, G. **Avaliação dos pontos críticos de contaminação por Salmonella sp no processo de fabricação da farinha de vísceras destinadas à fabricação de rações para aves**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 64p. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.
- PARSONS, C.M. Digestible amino acids for poultry and swine. **Animal Feed Science and Technology**, v.59, n.1-3, p.147-153, 1996.
- PLAKAS, S.M.; LEE, T.C.; WOLKE, R.E. Bioavailability of Lysine in Maillard Browning Protein as Determined by Plasma Lysine Response in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). **The Journal of Nutrition**, v.118, n.1, p.19-22, 1988.
- PLAKAS, S.M.; LEE, T.C.; WOLKE, R.E. et al. Effect of Maillard Browning Reaction on Protein Utilization and Plasma Amino Acid Response by Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). **The Journal of Nutrition**, v.115, n.12, p.1589-1599, 1985.
- RAHEJA, K. K., SNEDECOR, J. G. & FREEDLAND, R. A. Activities of some enzymes involved in lipogenesis, gluconeogenesis, glycolysis, and glycogen metabolism in chicks from day of hatch to adulthood. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.39B, n.2, p.237-249, 1971.
- RAMALHO, V.R.R.A. **Avaliação nutricional de subprodutos de abatedouros avícolas para frangos de corte**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

- ROSEBROUGH, B.R.W. & McMURTRY, J.P. Protein and energy relationships in the broiler chicken 11. Effects of protein quantity and quality on metabolism. **British Journal of Nutrition**, v.70, n3, p.667-678, 1993.
- ROSEBROUGH, R. W.; MITCHELL, A. D.; VON VLECK, M. F. et al. Protein and energy relations in the broiler chicken. 8. Comparisons involving protein- and lysine-adequate diets on lipid metabolism. **British Journal of Nutrition**, v.64, n.2, p.515-523, 1990.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2005. v.1. 186 p.
- TEIXEIRA, A.S.; CAVALCANTI, J.S.; OST, P.R. et al. Probióticos em rações para frangos de corte utilizando farinha de carne e ossos com diferentes níveis de contaminação bacteriana. **Ciência Agrotecnologia**, v.27, n.4, p.927-933, 2003.
- TSIOLAKIS, D. & MARKS, V. The differential effect of in tragastric and intravenous tryptophan on plasma glucose, in sulin, glucagon, GLI and GIP in the fasted rat. **Hormone and Metabolic Research**, v.16, n.5, p.226-229, 1984.
- UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Post-hatch changes in morphology and function of the small intestine in heavy and light strain chicks. **Poultry Science**, v.74, n.12, p.1622-1629, 1995.
- VOET, D. & VOET, J.G. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre: Artemed, 2006. 1616p.
- WISMAN, E.L.; HOLMES, C.E.; ENGEL, R.W. Utilization of poultry by-products in poultry rations. **Poultry Science**, v.37, n.4, p.834-838, 1958.
- YEH, Y. Y. & LEVEILLE, G. A. Effect of dietary protein on hepatic lipogenesis in the growing chick. **The Journal of Nutrition**, v.98, n.3, p.356-366, 1969.
- ZHANG, H.; YIN, J.; LI, D. et al. Tryptophan enhances ghrelin expression and secretion associated with increased food intake and weight gain in weanling pigs. **Domestic Animal Endocrinology**, v.33, n.1, p.47-61, 2007.