

ADRIANA HELENA DO NASCIMENTO

DETERMINAÇÃO DO VALOR NUTRITIVO DA FARINHA DE VÍSCERAS
E DA FARINHA DE PENAS PARA AVES, UTILIZANDO
DIFERENTES METODOLOGIAS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia, para obtenção do título de
“Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

Aos meus pais,

Francisco e Lourdes.

“Depois de algum tempo, você aprende a tênue diferença entre dar a mão e acorrentar uma alma. Aprende que amar não significa apoiar-se, e que companhia nem sempre significa segurança.

E começa a aceitar suas derrotas com a cabeça erguida e olhos à diante, com a graça de um adulto e não, com a tristeza de uma criança.

Aprende que não importa onde já chegou, mas onde está indo; mas se você não sabe para onde está indo, qualquer lugar serve.

Aprende que, ou você controla seus atos ou eles o controlarão, e que ser flexível não significa ser fraco ou não ter personalidade, pois não importa quão delicada e frágil seja uma situação, sempre existem dois lados.

Aprende que maturidade tem mais a ver com tipos de experiência que se teve e o que você aprendeu com elas, do que quantos aniversários você celebrou.

Aprende que há mais de seus pais em você do que você supunha.

Aprende que o tempo não é algo que possa voltar atrás.

Portanto plante seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores.

E você aprende que realmente pode suportar, que realmente é forte, e que pode ir muito mais longe depois de pensar que não se pode mais.

E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida”.

W. Shakespeare.

AGRADECIMENTO

À Viçosa, por acolher bem a todos.

À Universidade Federal de Viçosa, pelo aprendizado.

Ao CNPq, pelo fornecimento da bolsa de estudos.

Às empresas Perdigão, Frango Sul, Copacol e Cogran, pela doação das matérias-primas utilizadas nos experimentos, para o desenvolvimento da pesquisa.

À Ajinomoto, pela colaboração realizando as análises de aminoácidos utilizadas para a confecção da pesquisa.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, por confiar no meu trabalho.

Aos professores Horacio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino, pelo apoio, pela amizade e orientação profissional.

Ao professor Robledo de Almeida Torres, pela amizade e pelos ensinamentos.

Ao professor Juarez Lopez Donzele, pela participação e pelas sugestões no trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pela colaboração e prestação de serviços.

Aos amigos de curso Alan Borges, Alessandra Mascarenhas, Alex Arruda, Alessandro, Alvaro, Carlos Gondim, Euzania, Fernando Guilherme, Flordivina Mikami, José Humberto, José Maurício, Rafael Neme, Ramalho Rodrigues, Paulo Pozza, Marcelo e Ricardo Nunes, pela troca de conhecimentos.

Aos amigos José Geraldo Vargas e Rodrigo S. Toledo, pelo companheirismo.

Aos amigos do melhoramento Ricardo Fonseca, Paulo Carneiro, Policarpo, Paulo Bonomo, Willian Ferreira e Ricardo Bajá, pelo carinho e pela inesquecível convivência.

Aos amigos Gustavo Braga, Marcelo Silva, Júlio Pupa, Dalton Fontes e Rodolfo Sirol, pelo incentivo.

À Carla do Anjos, pela fundamental colaboração nos experimentos.

Aos vizinhos Jorge, Sérgio e Anderson, pela compreensão.

Ao amigo Amauri Wenceslau, pela dedicação e amizade.

Aos amigos Salete, Monteiro, Cida, Maria e Guga, pela alegria constante.

Ao Plínio Barbarino, por contribuir e fazer parte das minhas conquistas.

A todas as pessoas que fizeram parte da minha história em Viçosa.

BIOGRAFIA

ADRIANA HELENA DO NASCIMENTO, filha de Francisco Moisés do Nascimento e Maria de Lourdes do Nascimento, nasceu em Três Lagoas, Estado de Mato Grosso do Sul, em 13 de novembro de 1970.

Iniciou seus estudos básicos em Ilha Solteira, São Paulo.

Graduou-se em Zootecnia, em dezembro de 1993, pela Universidade Estadual de Maringá, em Maringá - PR.

Em abril de 1994, foi aprovada em concurso para Professor Colaborador, contratada por tempo determinado, de 04 de abril de 1994 a 10 fevereiro de 1995, na Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

Em março de 1995, iniciou o Programa de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, área de Nutrição de Monogástricos, defendendo tese em 06 de fevereiro de 1997.

Em março de 1997, iniciou o Programa de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, área de Nutrição de Monogástricos, defendendo tese em 11 de dezembro de 2000.

ÍNDICE

RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Subprodutos avícolas	03
2.2. Energia metabolizável dos alimentos	07
2.2.1. Metodologias	07
2.2.2. Fontes de variação nos valores de energia metabolizável	10
2.3. Digestibilidade dos aminoácidos	12
CAPÍTULO 1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DAS FARINHAS DE PENAS E VÍSCERAS DETERMINADOS POR DIFERENTES METODOLOGIAS, PARA AVES.....	15
1. INTRODUÇÃO	15
2. MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1. Experimento 1 - Metodologia tradicional com pintos.....	17
2.2. Experimento 2 - Metodologia tradicional com galos.....	20
2.3. Experimento 3 - Metodologia da alimentação forçada com galos (Método de Sibbald).....	20

2.4. Experimento 4 - Metodologia da alimentação forçada com galos cecectomizados (Método de Sibbald)	21
2.5. Análises estatísticas	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1. Composição química e energética.....	23
3.2. Valores de energia metabolizável aparente, aparente corrigida, verdadeira e verdadeira corrigida.....	26
4. RESUMO E CONCLUSÕES	36
CAPÍTULO 2. VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DAS FARINHAS DE PENAS E VÍSCERAS, DETERMINADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO E DUAS IDADES DAS AVES	
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAL E MÉTODOS	40
2.1. Análises estatísticas	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.1. Farinha de vísceras	44
3.2. Farinha de penas	46
4. RESUMO E CONCLUSÕES	50
CAPÍTULO 3. COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DOS AMINOÁCIDOS E VALORES DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DAS FARINHAS DE PENAS E VÍSCERAS PARA AVES	
1. INTRODUÇÃO	52
2. MATERIAL E MÉTODOS	54
2.1. Fórmula - Coeficiente de metabolização da proteína e de digestibilidade dos aminoácidos	55
2.2. Análises estatísticas	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.1. Farinha de vísceras	57
3.2. Farinha de penas	62

3.3. Métodos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>	67
4. RESUMO E CONCLUSÕES	69
CAPÍTULO 4. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA ESTIMAR VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DAS FARINHAS DE PENAS E VÍSCERAS	71
1. INTRODUÇÃO	71
2. MATERIAL E MÉTODOS	73
2.1. Análises estatísticas	73
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4. RESUMO E CONCLUSÕES	88
5. RESUMO E CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
APÊNDICE	99
APÊNDICE	100

RESUMO

NASCIMENTO, Adriana Helena do., D.S. Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2000. **Determinação do valor nutritivo da farinha de vísceras e da farinha de penas para aves por diferentes metodologias.** Orientador: Paulo Cezar Gomes. Conselheiros: Horacio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Uma série de experimentos foi realizada no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com o objetivo de estabelecer o valor nutritivo da farinha de vísceras e da farinha de penas para aves. Quatro diferentes metodologias foram utilizadas para determinar os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e verdadeira corrigida (EMVn), sendo o método tradicional com pintos e galos e método de Sibbald com galos inteiros e galos cecectomizados. Os valores de EMAn e EMVn da farinha de vísceras estimados variaram de 3.051 a 3.621 e de 2.866 a 3.583 kcal/kg, respectivamente, e para a farinha de penas, de 2.952 a 3.629 e de 2.703 a 3.671 kcal/kg. Entre as metodologias realizadas para determinação dos valores energéticos dos alimentos, as correlações foram baixas, portanto, as diferenças nos valores energéticos dos alimentos encontradas podem ser atribuídas à metodologia empregada. Utilizando o método tradicional de coleta total de excretas, foram determinados os valores energéticos das farinhas de vísceras e penas com diferentes níveis de inclusão e com duas idades das aves. Verificou-se que, para a farinha de vísceras, o valor da EMA foi semelhante para as duas

idades estudadas, sendo que o valor da EMAn foi maior para as aves mais jovens. Para a farinha de penas, a EMA e EMAn foram semelhantes nas duas idades. Para ambos os alimentos, observou-se que, quanto maior o nível de substituição do alimento teste pela ração referência, menor foi o valor energético do alimento. A digestibilidade dos aminoácidos, bem como o conteúdo digestível dos aminoácidos das farinhas de vísceras e penas, foi estudada pelo método de Sibbald com galos adultos cecectomizados. Foi obtida para os aminoácidos essenciais e não-essenciais a digestibilidade de 83,57 e 80,66% e de 75,65 e 67,46%, para as farinhas de vísceras e penas, respectivamente. Entretanto, a digestibilidade em pepsina 0,002% (*in vitro*) apresentou alta correlação com a digestibilidade de lisina e metionina estimadas pelo método de Sibbald (*in vivo*). Foram estimadas equações de predição para energia metabolizável e para alguns aminoácidos das farinhas de vísceras e penas. As equações foram baseadas na composição química e física dos alimentos e na digestibilidade em pepsina 0,002%, sendo escolhidas as melhores equações pelo seu coeficiente de determinação, bem como pelo teste de t com significância de 5% de probabilidade para cada variável que compõe a equação.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Adriana Helena do., D.S. Universidade Federal de Viçosa, December 2000. **Determination of nutritive value of viscera flour and feather flour for poultry, by different methodologies.** Adviser: Paulo Cezar Gomes. Committee Members: Horacio Santiago Rostagno and Luiz Fernando Teixeira Albino.

A serie of experiments was carried out at the Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, to determine the nutritive value of viscera flour and feather flour for poultry. Four different methodologies were used to determine the values of corrected apparent (EMAn) and true corrected (EMVn) metabolizable energy, where the traditional method was used with chicks and cocks and the Sibbald method was used with roosters and cecectomized cocks. The estimated EMAn e EMVn values of viscera flour ranged from 3.051 to 3.621 and from 2.866 a 3.583 kcal/kg, respectively. The feathers flour values ranged from 2.952 to 3.629 and from 2.703 to 3.671 kcal/kg for EMAn and EMVn, respectively. Among the methodologies to determine the feeds energy the correlations was low, so the differences on the feeds energy values were due to the used methodology. The viscera and feathers flour with different inclusion levels and two poultry ages were determined using the traditional excreta collection method. It was verified that for viscera flour the AME was similar for the both ages, and the AMEn value was higher for younger chicks. AME and AMEn values for feathers flour were similar in the both ages. For both feeds, it

was observed that the feed energy value was lower as test feed replacement level for reference diet increased. The amino acids digestibility, as well as the amino acids digestible content of viscera and feathers meals, was evaluated by Sibbald method, in adult cecectomized roosters. A digestibility of 83.57 and 80.66% and of 75.65 and 67.46%, respectively, was obtained for the essential and non essential amino acids, for viscera and feathers flours. However, digestibility in pepsin .002% (*in vitro*) showed high correlation with lysine and methionine digestibility estimated by Sibbald method (*in vivo*). Prediction equations were estimated for metabolizable energy and for some amino acids of viscera and flour flours. The equations were based on the feeds physical and chemical composition and on digestibility in pepsin .002%, and the best equations were chosen by the coefficient of determination, as well as for t test at 5% of probability for each variable that compound the equation.

1. INTRODUÇÃO

O setor avícola tornou-se um dos maiores fornecedores de proteína animal para o homem, devido ao aumento da sua produção, em consequência do avanço nas áreas de genética, nutrição, sanidade e ambiência. A eficiência de cada área faz com que, conjuntamente, a avicultura alcance resultados excelentes no seu processo de produção.

O aumento da produção avícola tem, no entanto, elevado o volume de resíduos na granja, no abatedouro e no incubatório. Por outro lado, uma das maiores preocupações dos órgãos de preservação do meio ambiente recai sobre o destino dos resíduos industriais, agrícolas e de abatedouros, haja vista o uso correto desses subprodutos avícolas para a saúde humana e animal, podem representar também uma fonte de lucro para o empreendimento.

As farinhas de penas e vísceras estão sendo utilizadas nas formulações de rações para aves, mas, por não haver padronização no processamento, essas farinhas apresentam composição variada, devendo-se, portanto, realizar avaliações periódicas.

Segundo ROSTAGNO (1990), a formulação de rações utilizando valores de energia metabolizável e digestibilidade dos nutrientes propicia melhor desempenho das aves. Sabe-se da dificuldade de determinação do valor de

energia metabolizável e/ou digestibilidade dos nutrientes dos alimentos, devido às diferentes metodologias, bem como ao tempo necessário para realizar o ensaio de metabolismo (biológico). Não se deve esquecer de que a variação na composição química de um mesmo alimento propicia diferentes valores de energia metabolizável e digestibilidade dos nutrientes.

A inclusão de alimentos não-convencionais nas rações é objeto de estudo de vários pesquisadores, que vêm obtendo ótimos resultados, quando as rações são formuladas com base em aminoácidos digestíveis. Entretanto, é necessário que se conheça o conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos.

As indústrias necessitam de mecanismos mais eficazes para as determinações do valor de energia metabolizável e digestibilidade dos aminoácidos. O uso de equações de predição é uma alternativa que pode ser utilizada pelas empresas, para corrigir de forma prática e eficiente o valor energético e do conteúdo digestível dos aminoácidos dos alimentos, por intermédio de sua composição química. Portanto, os objetivos do presente trabalho foram:

- 1 - Determinar a composição química, energética e física das farinhas de vísceras e penas.
- 2 - Determinar os valores de energia metabolizável das farinhas de vísceras e de penas, utilizando diferentes metodologias.
- 3 - Determinar os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras e penas.
- 4 - Obter equações de predição para estimar os valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras e penas, em função da composição química e física dos alimentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Subprodutos avícolas

O processamento adequado das farinhas de origem de subprodutos avícolas reduzirá a carga poluente e os microrganismos patogênicos desses resíduos, permitindo obter um produto de alta qualidade para ser utilizado nas rações animais.

Os critérios que devem ser estabelecidos para a transformação de alguns resíduos em alimentos para os animais devem ser eficientes e seguros e podem se tornar essenciais para a manutenção e o crescimento da avicultura como atividade econômica.

Os subprodutos de abatedouros avícolas são provenientes da quebra de abate (15 a 20% em matéria úmida) e compostos por sangue, penas, vísceras não-alimentícias (intestino e pulmões), pés, cabeças e carcaças condenadas, bem como ossos resultantes de carne mecanicamente separada (JORGE NETO, 1994).

A qualidade antes, durante e depois do processamento é de fundamental importância para o aproveitamento dos resíduos na confecção das farinhas. O tempo de estocagem de penas, vísceras e sangue, antes do processamento, é um dos fatores que interferem na qualidade, pois, se esses resíduos forem colocados nos digestores já em fase de decomposição, o produto final pode prejudicar o desempenho dos animais, pelo aparecimento de enterites bacterianas. Outro fator importante é o tempo de processamento nos digestores; se ocorrer um

processamento excessivo, pode-se obter um produto com baixo teor protéico, por perdas dos aminoácidos sulfurados (cistina é transformada em lantionina). Caso o processamento seja insuficiente, provavelmente irá ocorrer uma hidrólise incompleta das penas, as quais não serão digeridas pelos animais, e o excesso de umidade provocará aumento de bactérias e fungos, acidificação e rancificação. A moagem também deve ser realizada com eficiência, segundo os padrões da ANFAR; no máximo 5% do alimento pode ser retido em peneiras de 2 mm e nada, em peneiras de 2,83 mm.

Em consequência do grande aumento de abate de aves nas indústrias, houve também acréscimo da disponibilidade de penas. As penas são constituídas basicamente de queratina, proteína simples, que é resistente à ação das enzimas proteolíticas, no estômago e intestino, necessitando ser hidrolisada por cozimento a vapor e sob pressão, para ser digerida. A farinha de penas hidrolisadas é um subproduto resultante da cocção, sob pressão, de penas limpas e não-decompostas, obtidas no abate de aves. Deve ser isenta de matérias estranhas à sua composição e microrganismos patogênicos (ANFAR, 1999). Possui alto teor em proteína bruta e, por isso, tem sido de grande interesse na nutrição animal, sendo usada em rações práticas como parte da fonte protéica (CHIBA et al., 1996), porém é de baixa digestibilidade. A baixa digestibilidade e insolubilidade da farinha de penas têm sido atribuídas às pontes de hidrogênio, interações hidrofóbicas dentro da molécula de queratina e pontes de enxofre presentes na cistina, que contribuem para manter maior a estabilidade da proteína, quando atacada por enzimas.

McCASLAND e RICHARDSON (1966) afirmaram que a qualidade de um produto de origem animal depende grandemente da eficiência do processo hidrolítico. Para a farinha de penas, o tipo de processamento tem sido reportado como um dos fatores primários influenciando a qualidade de sua proteína (PAPADOPOULOS, 1985). A principal diferença na composição aminoacídica entre a farinha de penas crua e a processada é a redução na concentração de cistina.

Verificando a influência do tempo de processamento (30 a 70 minutos) e do conteúdo de umidade (50 a 70%), à mesma temperatura, sobre as características da farinha de penas, PAPADOPOULOS et al. (1986) observaram que, com o aumento do tempo, ocorreu diminuição da cistina e elevação da solubilidade do nitrogênio e, com o aumento da umidade, as características observadas foram influenciadas negativamente. Os autores concluíram que as condições do processamento da farinha de penas somente podem ser otimizadas depois de definidas as características do produto desejado.

LATSHAM (1990) demonstrou que o processamento interfere na qualidade dos aminoácidos sulfurados, aumentando a pressão e o pH e melhorando o percentual da proteína digestível em pepsina, mas o conteúdo em cistina diminui e o de lantionina aumenta.

Avaliando o efeito de sistemas de processamento da farinha de penas na qualidade de sua proteína, WANG e PARSONS (1997) avaliaram cinco sistemas comerciais de processamento e afirmaram que o tipo de sistema ou as condições de processamento podem influenciar a qualidade protéica da farinha de penas. Um aspecto negativo do processo térmico é a degradação dos aminoácidos termolábeis, diminuindo a qualidade da farinha de penas.

Como já foi mostrado anteriormente, vários são os fatores que interferem na qualidade da farinha de penas, sendo principalmente dependente do método de processamento e dos cuidados na sua produção. É necessário, portanto, efetuar as análises de digestibilidade em pepsina, teste de Éber, acidez da gordura, rancidez e índice de peróxido. Não se podem considerar na sua análise química apenas os valores de proteína, cálcio e fósforo, já que sua gordura pode oxidar as vitaminas lipossolúveis e a quantidade de bactérias pode interferir na sua utilização.

Sabe-se que o percentual de inclusão da farinha de penas nas rações para aves é dependente da sua qualidade, mas vários pesquisadores adotam o limite máximo de 4%. BAKER et al. (1981) observaram que, com a suplementação de metionina e lisina à farinha de penas, pode-se substituí-la em até 40% da proteína bruta da ração.

A farinha de vísceras é outro alimento não-convencional, que é constituída principalmente do aparelho digestivo, das vísceras comestíveis condenadas de aves abatidas e vísceras não-comestíveis. Não devem conter penas, sendo permitida a inclusão de cabeças e pés, desde que não altere a composição química média do produto, segundo o padrão ANFAR (1999).

As vísceras são processadas por aproximadamente 2 horas em digestores interligados, por meio de ciclones, ao sistema de prevenção à poluição. O óleo é separado durante o cozimento e a torta é, então, prensada, reduzindo o seu teor de gordura a níveis de 7 a 9%.

Os cuidados para ter uma farinha de vísceras de qualidade são os mesmos da farinha de penas, a qual, devido também aos seus constituintes, possui grande variação em sua composição química, energética e aminoacídica.

Algumas indústrias adotam o procedimento de juntar as farinhas de penas e vísceras, preparando farinhas mistas.

A farinha de vísceras, quando é devidamente processada e acrescida de um antioxidante, torna-se um produto de valor nutricional elevado, podendo ser utilizada em rações para aves. HAQUI et al. (1991), verificando o desempenho de frangos de corte, com a inclusão de 9,3% de farinha de vísceras extrusada ou não, nas rações, não observaram diferença significativa.

Tanto a farinha de penas como a de vísceras são, na maioria das vezes, utilizadas pelos seus próprios produtores, sendo importante a determinação da sua composição química, para ser adequadamente utilizada.

Também pode ser encontrada farinha de vários subprodutos: vísceras, penas, resíduos de incubatório, aves mortas e outros, que, devido à necessidade da eliminação desses resíduos com eficiência, a composição desse tipo de farinha é mais semelhante com a da farinha de vísceras. Entretanto, de acordo com as normas do padrão ANFAR, este tipo de farinha não é aceitável. Segundo JORGE NETO (1994), a adição de subprodutos como cascas de ovos, resíduos de incubatório e carcaças deve ser feita com cuidado, para não depreciar o valor biológico das farinhas e, em quantidades controladas, para não provocar variações nos nutrientes.

Avaliando a farinha de subprodutos avícolas de oito procedências, PESTI et al. (1986) analisaram o seu conteúdo de energia metabolizável e encontraram variação de 2.830 a 3.760 kcal/kg. DALE (1997), em um dos seus trabalhos, mostra a grande variação na composição das farinhas de subprodutos avícolas.

ESCALONA e PESTI (1987), realizando experimentos para investigar níveis de inclusão de 0, 5 e 10% de farinha de subprodutos avícolas, em dietas para frangos de corte, observaram que, com 10% de inclusão, o ganho de peso e a eficiência alimentar das aves foram significativamente piores. PATTERSON et al. (1994), porém, testando vários alimentos alternativos em rações de frangos de corte, em níveis baixos de inclusão, constataram que os subprodutos avícolas proporcionaram aos frangos desempenho similar ao da ração testemunha (milho e farelo de soja) e de menor custo.

BOLING e FIRMAN (1996), estudando a substituição de 10, 20 e 30% do farelo de soja por farinhas de subprodutos avícolas, em dietas iniciais de frangos de corte (0-4 semanas), concluíram que as farinhas de subprodutos avícolas podem substituir até 20% o farelo de soja, nas rações.

2.2. Energia metabolizável dos alimentos

2.2.1. Metodologias

As rações, até a década de 60, eram formuladas com o valor energético determinado com base na energia produtiva, que era medida pela comparação da energia depositada no corpo das aves, em função de diferentes quantidades de alimento consumido.

Segundo HILL e ANDERSON (1958), os valores de energia produtiva eram muito variáveis, quando comparados aos de energia metabolizável. Portanto, os valores de energia metabolizável passaram a ser utilizados nas formulações de rações. Contudo, começaram a surgir diferentes metodologias para a determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos, quanto

à precisão e praticidade. ALBINO (1991) afirmou que a eficiência na formulação de rações para aves é determinada pela precisão dos valores de energia metabolizável dos alimentos.

A energia metabolizável é a melhor medida para expressar a energia disponível nos alimentos e a energia requerida pelas aves. Os valores de energia metabolizável podem variar em função de alguns fatores, como idade, peso da ave, componentes da ração e metodologia utilizada para a sua determinação.

Vários métodos têm sido utilizados na determinação de valores de energia metabolizável dos alimentos, como os métodos tradicionais de coleta total de excretas (SIBBALD e SLINGER, 1963), alimentação precisa (SIBBALD, 1976), método rápido descrito por FARREL (1978) e utilização de equações de predição.

Pode-se utilizar qualquer um dos métodos para determinar o valor energético do alimento, tanto energia metabolizável aparente (EMA) como para energia metabolizável verdadeira (EMV), mas é necessário o conhecimento das falhas de cada metodologia.

HILL et al. (1960), POTTER et al. (1960) e SIBBALD e SLINGER (1963) apresentaram os primeiros estudos sobre energia metabolizável dos alimentos, utilizando a metodologia da coleta total de excretas (Método tradicional), na qual o consumo de alimento é à vontade e o alimento teste substitui 30 a 40% uma ração referência, determinando o valor de energia metabolizável dos alimentos pela diferença do ingerido e excretado.

O uso de indicadores fecais (óxido crômico) também foi testado por SIBBALD (1960), que encontrou valores de energia mais precisos. BRAGG et al. (1969) sugeriram o uso de marcadores fecais (óxido fêrrico) para identificar o início e o término do período de coleta.

Segundo ALBINO (1991), a precisão dos valores de energia dos alimentos está diretamente relacionada com os sistemas de produção, e sua utilização correta é necessária para se obter ótima produtividade e máxima rentabilidade.

Uma das falhas da metodologia de coleta total de excretas (método tradicional), empregada para determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), é que esses valores variam de acordo com a finalidade que o alimento foi utilizado. Por exemplo, para aves em crescimento, a maior parte do nitrogênio consumido é para deposição de tecido corporal e, para aves adultas, parte dos compostos nitrogenados é catabolizada e excretada como ácido úrico. Entretanto, tornou-se necessária a correção pela retenção de nitrogênio para obtenção dos valores de energia metabolizável dos alimentos semelhantes.

TITUS et al. (1959) propuseram uma correção de 8,73 kcal/g de nitrogênio, pois os autores consideram que existem outros componentes nitrogenados na urina das aves, além do ácido úrico. HILL e ANDERSON (1958) sugerem a constante de correção de 8,22 kcal/g de nitrogênio retido, considerando, portanto, o ácido úrico como único produto resultante do catabolismo das proteínas. Essa constante tornou-se a mais utilizada, pois cerca de 80% do nitrogênio da urina das aves está na forma de ácido úrico (NRC, 1994).

Com a correção para retenção de nitrogênio, obtém-se o valor da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) e torna-se possível obter melhor padronização nos valores de energia metabolizável aparente (EMA) dos alimentos, para as diferentes taxas de retenção de nitrogênio das aves.

Uma das críticas feitas aos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) é que ela considera que toda a energia das fezes e urina está relacionada com a energia proveniente do alimento que não foi absorvido. Sabe-se que a energia fecal das aves é composta pela energia dos resíduos do alimento não digerido e da energia metabólica de descamações das células intestinais e dos sucos digestivos e a energia da urina é constituída do alimento que não foi utilizado, da energia endógena resultante de subprodutos nitrogenados dos tecidos que estão em renovação e da energia metabólica originada de subprodutos nitrogenados da utilização de nutrientes. Vale ressaltar que os valores de EMA e EMAn, por não considerarem as perdas endógenas metabólicas, podem ser afetados pelo consumo, o qual, ao ser reduzido, pode

subestimar estes valores, principalmente para os alimentos de baixa palatabilidade.

Em consequência dessas críticas ao método de coleta total de excretas, SIBBALD (1976) propôs a metodologia da alimentação forçada (Método de Sibbald) para a determinação dos valores de energia metabolizável verdadeira (EMV), corrigindo, portanto, as perdas endógenas metabólicas e sendo considerada também uma metodologia de prática execução. Neste método, utilizam-se galos adultos que são forçados a ingerir 30 a 40 gramas do alimento teste e, para a determinação das perdas endógenas e metabólicas, usam-se galos em jejum. Pode ser feita também a correção para o balanço de nitrogênio, obtendo-se a energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn), para que os valores se tornem mais precisos.

Entretanto, o método de Sibbald também possui alguns equívocos: considera os valores de energia endógena e metabólica das excretas constantes, independente do consumo do alimento, tanto em quantidade como qualidade; descarta o possível sinergismo ou antagonismo com os ingredientes da ração na utilização de energia; e o período de jejum a que as aves são submetidas antes de serem forçadas a ingerir o alimento teste não representa um estado normal das aves.

Segundo PENZ JR. et al. (1999), como os valores de energia metabolizável dos alimentos variam com a idade das aves, o método de Sibbald não pode ser mais considerado como verdadeiro e definitivo.

2.2.2. Fontes de variação nos valores de energia metabolizável

São inúmeros os fatores que podem influir na variação dos valores de energia metabolizável dos alimentos, enfatizando os produtos de origem animal, que, devido a sua constituição e ao processamento, têm a sua composição química distinta, o que interfere diretamente no valor de energia metabolizável desses alimentos. O conteúdo de proteína bruta e extrato etéreo e a composição dos ácidos graxos e minerais provavelmente são os fatores que mais contribuem

para as variações nos valores de energia metabolizável dos alimentos de origem animal. Segundo PENZ JR et al. (1999), os valores de EMAn dos subprodutos de origem animal são altamente variáveis entre as fontes e são facilmente explicados pela forma de processamento empregada e pelo tipo e proporção dos materiais utilizados para constituir o produto.

Devido à dificuldade de se ter um produto de forma padronizada, o estabelecimento da composição química de cada lote produzido é indispensável para a sua melhor utilização.

A idade das aves também é um fator que deve ser considerado na determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos, pois, com o aumento da idade, ocorrem mudanças na taxa de passagem da digesta, como também na atividade das enzimas. NOY e SKLAN (1995) verificaram aumento na digestão do nitrogênio de 78 para 92% e, para os ácidos graxos e o amido, de 82 para 89%, no período de 4 a 21 dias de idade dos frangos de corte. Entretanto, FONOLLA et al. (1981), testando rações com diferentes quantidades e qualidades de proteína bruta, para frangos de corte de 21 e 52 dias de idade, não encontraram diferenças nos valores de energia metabolizável entre as duas idades.

De acordo com FISCHER e McNAB (1987), as diferenças nos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) entre aves jovens e adultas podem ser explicadas em função da utilização dos lipídios, a qual é dependente de outros fatores, como fonte da gordura, composição dos ácidos graxos e atividade microbiana no intestino delgado. Avaliando o valor energético de 16 alimentos, entre eles a farinha de penas e vísceras, em duas idades de frangos de corte (21 e 42 dias), ALBINO et al. (1986) não verificaram influência da idade sobre os valores energéticos dos alimentos. MARCH et al. (1973), analisando os valores energéticos do farelo de soja e do farelo de colza para galinhas poedeiras de diferentes idades, encontraram maiores valores de energia para o farelo de colza com aves mais adultas, não encontrando diferenças para o farelo de soja.

Outro ponto importante que pode interferir no valor energético dos alimentos, é o nível de inclusão do alimento teste à ração referência, utilizado no

método tradicional. PESTI et al. (1986) observaram diferença no valor energético da farinha de vísceras, quando o nível de substituição foi de 20 e 40%, obtendo diferença de 12,1% superior, quando a farinha foi substituída em 20%.

MARTOSISWOYO e JENSEN (1988) não encontraram diferença no valor de energia da farinha de carne e ossos, ao substituírem 20 e 40% da ração referência. Entretanto, comentam que, para evitar variações e combinações de erros na determinação dos valores energéticos, o nível de substituição deve ser menor ou igual a 20%. Substituindo a farinha de carne nos níveis de 6, 12, 18 e 24% a uma ração referência, DOLZ e BLAS (1992) verificaram valores de energia menores, à medida que o nível de substituição aumentava, mas não houve diferença significativa entre eles.

A digestão dos alimentos também pode ser influenciada pela exposição dos mesmos às ações das secreções digestivas ou pela taxa de passagem no trato gastrintestinal das aves (PENZ JR. et al., 1999). Portanto, a granulometria dos alimentos pode alterar o seu conteúdo energético. BRUGALLI (1996) mostrou que farinha de carne e ossos com partículas menores continha maiores valores energéticos, devido à maior ação digestiva sobre os lipídios. Entretanto, partículas maiores proporcionam aumento no antiperistaltismo, tendendo à maior utilização dos nutrientes, pelo maior tempo em contato, com as enzimas digestivas (PENZ JR. et al., 1999).

O processamento como foi citado anteriormente também é um fator que interfere diretamente na digestibilidade dos nutrientes, podendo causar variações no conteúdo energético dos alimentos, particularmente para os produtos de origem animal.

2.3. Digestibilidade dos aminoácidos

Nem todos os nutrientes presentes nos alimentos são totalmente digestíveis e disponíveis para os animais. O conceito de disponibilidade tem sido usado no mesmo sentido de digestibilidade, porém são distintos. Disponibilidade de determinado aminoácido é a quantidade de aminoácido que pode ser utilizado

pelo animal, enquanto digestibilidade refere-se à absorção no trato digestivo, mas o termo tem sido empregado para medir o desaparecimento do nutriente, pela passagem pelo trato digestivo, chamando-se assim de digestibilidade aparente (BELLAVÉR, 1994).

Nos últimos anos, o método da alimentação forçada tem sido usado com galos cecectomizados, determinando, portanto, a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. Este método é considerado rápido e preciso.

PUPA (1995) afirmou que o desempenho dos animais depende da disponibilidade dos nutrientes e da intensidade com que esses nutrientes podem ser absorvidos e utilizados.

Existem muitos métodos para determinar a digestibilidade dos aminoácidos, no entanto, necessita-se de padronização das metodologias, de modo que os valores de digestibilidade sejam consistentes e reproduzidos entre os diferentes laboratórios (PARSONS, 1990).

Muitos fatores podem afetar a digestibilidade dos aminoácidos, entre eles a própria metodologia usada, a concentração de proteína e fibra dos fatores antinutricionais, o grau de moagem, a temperatura etc.

Os ensaios biológicos utilizados para determinar os valores de digestibilidade de aminoácidos medem a capacidade do animal de liberar os aminoácidos da proteína no trato digestivo, bem como sua absorção, mas não indica como eles serão utilizados para crescimento, manutenção e produção (ALBINO, 1991).

HAN e PARSONS (1990), utilizando galos cecectomizados e não-cecectomizados, observaram que os valores de digestibilidade dos aminoácidos foram menores com galos cecectomizados. Esses autores sugeriram que ocorre desaminação substancial dos aminoácidos em amônia, além de absorção imediata no ceco; no caso de galos cecectomizados, ocorre maior quantidade de nitrogênio excretado pela via urinária.

Quando utilizaram valores de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos, obtidos com galos, para formular rações, BELLAVÉR e EASTER (1989) verificaram diminuição no desempenho dos animais alimentados com

alimentos alternativos à base de aminoácidos totais, que melhorou com a suplementação de aminoácidos à base de aminoácidos digestíveis. WANG e PARSONS (1998), avaliando a formulação de rações com um alimento alternativo com base em aminoácido total, digestível e disponível, concluíram que as rações formuladas com base em aminoácidos digestíveis são semelhantes às formuladas com aminoácidos disponíveis, e ambas são superiores às formuladas com base em aminoácidos totais.

Entretanto, tem sido demonstrado que os alimentos não-convencionais proporcionam aos animais desempenho similar do que as rações à base de milho e farelo de soja, quando são devidamente suplementadas com aminoácidos sintéticos.

Foram desenvolvidas várias pesquisas para determinar os valores de aminoácidos digestíveis de diversos alimentos convencionais, necessitando de maiores pesquisas para os alimentos não-convencionais, como os subprodutos avícolas. Os valores de exigências de aminoácidos digestíveis também são muito escassos. PARSONS (1991) comentou que as exigências em aminoácidos digestíveis são, aproximadamente, 8 a 10% inferiores às exigência em aminoácidos totais.

A formulação de rações complexas formuladas com base em aminoácidos digestíveis possibilita melhor predição da qualidade da proteína da dieta e do desempenho das aves, quando comparadas com dietas balanceadas em aminoácidos totais, e também oferece benefícios econômicos na produção de carne de frango (ROSTAGNO et al., 1995).

Os alimentos não-convencionais têm grande variação em sua composição química - característica mais acentuada para os aminoácidos lisina e metionina, em consequência da proporção das matérias-primas utilizadas e do processamento que foi realizado. Em decorrência das variações encontradas, PARSONS (1991) descreveu uma revisão sobre métodos *in vitro* que podem ser eficientes na predição da digestibilidade *in vivo* dos aminoácidos de um alimento, sendo a digestibilidade em pepsina um dos métodos para avaliar a qualidade da proteína dos alimentos de origem animal.

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DAS FARINHAS DE PENAS E VÍSCERAS DETERMINADOS POR DIFERENTES METODOLOGIAS, PARA AVES

1. INTRODUÇÃO

Os nutricionistas têm a preocupação de formular rações para que as aves obtenham máximo desempenho de forma econômica. O conhecimento da composição química e energética dos alimentos é de suma importância para a formulação de rações, principalmente para os produtos de origem animal, que apresentam valores variados, devido ao processamento a que são submetidas, ao tipo e à proporção dos constituintes das farinhas. Segundo ALBINO e SILVA (1996), isso ocorre pela dificuldade das seções de graxarias de abatedouros em adotar um padrão contínuo no material produzido.

Atualmente, a utilização dos subprodutos do abate das aves (farinhas de vísceras, penas e mista), nas rações, é uma realidade, mas a definição do seu conteúdo energético torna-se necessário para maximizar o desempenho e o retorno econômico da atividade.

A descrição da energia útil de um alimento para as aves é muito complexa, pois todos os componentes orgânicos do alimento, sujeitos à digestão e absorção pelas aves, contribuem com energia, mesmo tendo diferentes destinos

no organismo animal. Além disso, a energia não é um nutriente, e sim o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo.

A energia é um dos fatores nutricionais importantes na formulação de ração, pois interfere diretamente no desempenho das aves, sendo considerada também um dos elementos mais caros das rações de frangos de corte. Assim, para maior precisão na formulação de rações, torna-se necessário estimar o correto valor de energia metabolizável dos alimentos.

Existem várias metodologias para determinar o valor de energia metabolizável do alimento e inúmeras terminologias para expressar esse valor. Todas possuem alguns equívocos e pouco evoluíram durante os últimos anos, mas ainda são consideradas importantes ferramentas para determinar a quantidade de energia disponível do alimento para as aves.

A determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável das farinhas de vísceras e penas, bem como a comparação desses valores determinados por diferentes metodologias, foi o objetivo deste trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados quatro experimentos (ensaios biológicos) no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, com a finalidade de determinar os valores de energia metabolizável de nove farinhas de vísceras e seis farinhas de penas de diferentes procedências (Apêndice).

2.1. Experimento 1 - Metodologia tradicional com pintos

Utilizou-se o método de coleta total de excretas, com pintos de corte de 16 a 23 dias de idade. O período experimental foi de oito dias, sendo três dias para adaptação das aves às rações experimentais e às baterias e cinco dias para a coleta das excretas. Foram utilizados 640 pintos de corte machos da marca comercial Avian Farms, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, para nove farinhas de vísceras e seis para farinhas de penas, com quatro repetições e 10 aves por unidade experimental. As médias de temperatura máxima e mínima, durante o período experimental, foram 26 e 15°C, respectivamente.

As farinhas de vísceras, bem como as farinhas de penas, substituíram 30% uma ração-referência (Quadro 1), de forma que a ração teste fosse composta de 70% da ração-referência e 30% da farinha de vísceras ou de penas.

Paralelamente, foram mantidas quatro repetições de 10 aves em jejum, por 84 horas, sendo as primeiras 36 horas para a limpeza do trato gastrointestinal e às 48 horas subsequentes para a coleta das excretas, com a finalidade de determinar as perdas energéticas endógenas e metabólicas.

Os pintos foram alojados em baterias metálicas aos 16 dias de idade, com peso médio de 325 g, e tiveram o fornecimento de rações testes e água à vontade. A coleta das excretas, foram recolhidas em bandejas forradas com plástico e colocadas sob as gaiolas para evitar perda do material, iniciou-se logo após o período de adaptação. O intervalo das coletas foi de 12 horas, durante todo o período experimental, para evitar a fermentação das excretas.

As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas por repetição e, após cada coleta, pesadas e armazenadas em congelador. Ao término do período experimental, foram determinados o consumo de ração e a quantidade total de excretas.

As amostras das excretas foram reunidas por repetições e homogeneizadas, e uma amostra de cada repetição foi retirada e colocada em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C, para efetuar a pré-secagem. As amostras dos alimentos e das excretas foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, para efetuar as análises de matéria seca, nitrogênio e energia bruta, segundo as metodologias descritas por SILVA (1990).

Com base nos resultados das análises, calcularam-se os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), usando as equações proposta por MATTERSON et al. (1965). Também foram determinados os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn).

Quadro 1 - Composição percentual da ração-referência

Ingredientes	(%)
Milho	56,040
Farelo de soja	37,060
Óleo de soja	2,800
Calcário	0,880
Fosfato bicálcico	2,310
Mistura mineral*	0,050
Mistura vitamínica**	0,100
Sal	0,320
BHT (antioxidante)	0,010
Bacitracina de zinco	0,010
Cloreto de colina (60%)	0,060
Anticoccidiano	0,100
DL-metionina (99%)	0,260
Total (%)	100,000
-----Composição calculada-----	
Proteína bruta (%)	21,50
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.020
Cálcio (%)	0,990
Fósforo disponível (%)	0,510
Lisina (%)	1,192
Metionina (%)	0,590
Metionina + Cistina (%)	0,946
Sódio (%)	0,170

* Mistura mineral (kg do produto) - Ferro, 80 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 80 g; Zinco, 50 g; Iodo, 1 g; e Excipiente q.s.p., 500 g.

** Mistura vitamínica (kg do produto) - Vit. A, 15.000.000 UI; Vit. D₃, 1.500.000 UI; Vit. E, 15.000 UI; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 4,0 g; Vit. B₆, 3,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ácido nicotínico, 25 g; Ácido pantotênico, 10 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ácido fólico, 1,0 g; Colina, 250 g; Bacitracina de zinco, 10 g; Selênio, 100 mg; Antioxidante B.H.T., 10 g; e excipiente q.s.p., 1.000 g.

2.2. Experimento 2 - Metodologia tradicional com galos

Neste experimento, também foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, porém com galos adultos da linhagem Leghorn. O período experimental foi de oito dias, sendo os três primeiros dias para a adaptação dos galos às rações testes, bem como às gaiolas, e cinco dias para a coleta das excretas. As médias de temperatura máxima e mínima, durante o período, foram de 25 e 18°C, respectivamente. O experimento foi realizado em baterias metálicas composta por gaiolas, nas quais foram alojados dois galos por gaiola, com peso médio de 2.110 gramas. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso, para as nove farinhas de vísceras e as seis farinhas de penas, em quatro repetições e duas aves por unidade experimental.

Paralelamente, quatro repetições de dois galos por repetição foram mantidas em jejum por um período de 84 horas, sendo as primeiras 36 horas destinadas à limpeza do trato gastrointestinal e às 48 horas subsequentes à coleta das excretas, para determinar as perdas energéticas endógenas e metabólicas.

Foram fornecidas às aves ração e água à vontade, sendo as rações testes e a ração-referência as mesmas do experimento 1.

O procedimento da coleta das excretas, a amostragem e secagem das excretas, a rotina durante e após o período experimental e as equações utilizadas para a determinação dos valores de energia metabolizável das farinhas de vísceras e penas foram semelhantes ao experimento 1.

2.3. Experimento 3 - Metodologia da alimentação forçada com galos (Método de Sibbald)

A metodologia utilizada neste experimento foi a da alimentação forçada descrita por SIBBALD (1976), com galos adultos da linhagem Leghorn. O experimento foi realizado em baterias metálicas, onde 90 galos com peso médio de 1.950 gramas foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, em nove farinhas de vísceras e seis farinhas de penas, com seis repetições e uma ave por unidade experimental. Os galos foram submetidos a um período de

adaptação às gaiolas e às rações experimentais de cinco dias e receberam ração e água à vontade. As médias da temperatura máxima e mínima, durante o período experimental, foram de 24 e 16°C, respectivamente.

Após o período de adaptação, as aves foram submetidas ao período experimental de 92 horas, sendo que nas primeiras 36 horas permaneceram em jejum para o esvaziamento do trato gastrintestinal. Após o período de jejum, foram forçados a ingerir 30 gramas do alimento teste, fornecidos em duas partes, às 8 e 16 h, para evitar que os galos regurgitassem o alimento fornecido. O fornecimento do alimento foi feito, por meio de um funil, via esôfago até o papo.

Concomitantemente, seis repetições de um galo por unidade experimental foram mantidas em jejum, para a determinação das perdas metabólicas energéticas e endógenas.

A coleta de excretas foram realizadas por um período de 56 horas após o primeiro fornecimento do alimento teste, em intervalos de 12 horas, para evitar a fermentação da excretas, que foram recolhidas em bandejas revestidas por plásticos, alojadas sob as gaiolas. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas.

Ao término do experimento, as amostras foram homogeneizadas e levadas para estufa de ventilação forçada, a 55°C, para posteriores análises de matéria seca, nitrogênio e energia bruta, juntamente com as amostras dos alimentos, semelhante ao experimento 1.

As equações para determinação dos valores de energia metabolizável das farinhas de vísceras e penas foram idênticas às do experimento 1.

2.4. Experimento 4 - Metodologia da alimentação forçada com galos cecectomizados (Método de Sibbald)

A metodologia utilizada neste experimento foi a da alimentação forçada descrita por SIBBALD (1976), com galos adultos cecectomizados pesando em média 2.130 gramas, da linhagem Leghorn. As médias de temperatura máxima e mínima, durante o período experimental, foram de 25 e 20°C, respectivamente.

A cecectomia dos galos foi realizada, segundo a metodologia descrita por PUPA et al. (1998), no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

O delineamento experimental, bem como os procedimentos para realizar essa metodologia, foram os mesmos do experimento 3.

2.5. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1992). Os valores de energia metabolizável foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado, e as médias foram comparadas pelo teste de Newman Keuls a 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado para análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = \mu + Al_i + Me_j / Al_i + e_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} = observação da unidade experimental;

μ = média geral;

Al_i = efeito dos alimentos;

Me_j / Al_i = efeito dos métodos j (j = 1, 2, 3 e 4) para cada alimento; e

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química e energética

A composição química, energética e física dos alimentos estudados está apresentada no Quadro 2.

As farinhas de vísceras de suínos foram as que apresentaram menor teor de proteína bruta. Nos resultados da EMBRAPA (1991), verificou-se que a diferença no conteúdo de proteína bruta das farinhas de vísceras de aves e suínos é de apenas 1,77%, entretanto, neste trabalho, foi encontrada diferença de 16,63%. Obteve-se conteúdo máximo de 67,44% e mínimo de 45,34% de proteína bruta, com uma diferença entre as farinhas de vísceras de 22,10%. Em relação às farinhas de penas, encontrou-se valor máximo de 81,87% e mínimo de 72,29% de proteína bruta, apresentando diferença de 9,58%, bem menor quando comparado com as farinhas de vísceras.

As farinhas de vísceras de suínos apresentaram maior conteúdo de extrato etéreo, sendo obtida média de 13,55 e 4,42% para as farinhas de vísceras e penas, respectivamente. Resultados semelhantes podem ser observados no NRC (1998). Entretanto, foi observado que o conteúdo de extrato etéreo das farinhas de penas foi mais variável que o das farinhas de vísceras.

Quadro 2 - Composições química, energética e física das farinhas de vísceras e penas

Alimento	MS (%)	PB (%)	EE (%)	EB (kcal/kg)	FB (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM (mm)
F. vísceras aves 1	95,17	57,70	13,68	5.566	1,18	15,67	3,23	2,11	0,523
F. vísceras aves 2	90,19	56,34	12,16	4.683	1,15	12,74	3,16	3,44	0,440
F. vísceras aves 3	92,71	47,43	10,14	3.784	1,56	24,93	3,34	2,87	0,585
F. vísceras aves 4	91,96	48,53	13,69	4.169	1,57	21,63	2,89	2,08	0,631
F. vísceras aves 5	93,15	58,18	14,21	4.884	1,28	12,59	3,53	3,61	0,724
F. vísceras mista 1	93,57	53,77	11,30	4.677	2,28	18,24	6,37	4,00	0,680
F. vísceras mista 2	89,75	67,44	15,63	5.173	0,50	12,67	2,50	1,79	1,245
F. vísceras suínos 1	93,92	45,34	15,64	4.127	1,63	26,65	11,30	6,10	0,955
F. vísceras suínos 2	91,44	46,65	15,52	4.328	1,79	23,81	5,86	3,40	0,677
Média	92,43	53,49	13,55	4.600	1,44	18,77	4,69	3,27	0,721
F. penas 1	90,40	76,56	4,70	5.208	0,40	3,45	0,69	2,83	0,570
F. penas 2	90,04	77,00	5,45	5.216	0,51	1,40	0,28	1,38	0,666
F. penas 3	88,90	78,71	1,32	5.241	0,47	1,58	0,24	0,93	0,934
F. penas 4	89,47	81,87	2,36	5.173	0,28	1,77	0,02	1,31	0,352
F. penas 5	90,87	72,29	2,62	5.141	0,24	1,55	0,23	1,25	0,663
F. Penas 6	89,74	73,56	10,07	5.388	0,67	2,97	0,42	1,10	1,064
Média	89,90	76,66	4,42	5.228	0,43	2,12	0,31	1,47	0,708

Valores expressos com base na matéria natural.

Observou-se também variação na energia bruta dos alimentos; os valores médios encontrados discrepam dos observados por ALBINO et al. (1992), sendo que as farinhas de vísceras apresentaram variação de 1.782 kcal/kg e as farinhas de penas, de 247 kcal/kg. As farinhas de vísceras aves 1 e mista 2 obtiveram maiores valores de energia bruta (EB), provavelmente em razão de apresentarem baixos teores de matéria mineral (MM). Resultados semelhantes foram encontrados por AZEVEDO (1997) com a farinha de carne e ossos.

As farinhas de vísceras mistas 1 e 2 foram as que apresentaram o maior e menor teor de fibra bruta, respectivamente, entre as farinhas de vísceras. A farinha de vísceras suínos 1 apresentou alto conteúdo de matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P), o que provavelmente contribuiu para o seu baixo conteúdo de energia bruta (EB), pois essa farinha continha elevado teor de extrato etéreo. A farinha de penas 4 também destacou-se por sua pequena quantidade de Ca e a farinha de penas 1, pelo elevado teor de Ca e P.

ZANOTTO e BELLAYER (1996) consideram a classificação das partículas dos alimentos em finas (DGM < 0,60 mm), médias (DGM 0,60 a 2,00 mm) e grossas (DGM > 2,00 mm). Segundo essa classificação, apenas as farinhas de vísceras aves 1 e 2 são consideradas de granulometria fina; as demais farinhas de vísceras, bem como as farinhas de penas, são de granulometria média. Sarvory (1979), citado por RUTZ et al. (1999), sugeriu que o tamanho e a consistência das partículas do alimento afetam as respostas sensoriais que promovem alteração no consumo.

De acordo com o padrão ANFAR (1998), para as farinhas de vísceras, o mínimo de PB é de 58%, no entanto, as farinhas de vísceras aves 5 e a mista 2 estão dentro desse padrão. Todas as farinhas de vísceras estão dentro do aceitável, quanto ao nível de EE (mínimo 10%). Em relação ao teor de matéria mineral (máximo 13%), apenas as farinhas de vísceras aves 1 e mista 2 estão corretas e todas as farinhas de vísceras ultrapassam a quantidade máxima de fósforo permitida (máximo 1,5%). Para as farinhas de penas, o teor mínimo de PB é de 80%, do EE, de 2% e o máximo de MM, de 3%; as farinhas que não estão dentro dos limites aceitáveis são as farinha de penas 1 para MM e farinha

de penas 3 para o EE, sendo que apenas a farinha de penas 4 possui mais que 80% de PB.

As variações encontradas na composição química e energética dos alimentos já eram esperadas, pois, devido às diferentes matérias-primas utilizadas para a constituição das farinhas, não há uma padronização desses produtos, em virtude de alguns fatores operacionais. Ocorre ainda a interferência do tipo de processamento que cada farinha recebeu, influenciando diretamente a composição química e, conseqüentemente, a qualidade desses alimentos. Este fato enfatiza a importância de determinar a composição dos alimentos, pois utilizar composições dos alimentos preestabelecidas pode apresentar valores bem diferentes e as necessidades das aves podem não estar sendo atendidas, prejudicando, assim, o seu desempenho.

3.2. Valores de energia metabolizável aparente, aparente corrigida, verdadeira e verdadeira corrigida

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) de nove farinhas de vísceras e de seis farinhas de penas, determinados por diferentes metodologias, são apresentados nos Quadros 3 e 4, respectivamente.

Foram encontradas diferenças significativas nos valores de EMA das farinhas de vísceras e penas, determinados pelos diferentes métodos. Os valores de EMA dos alimentos obtidos pelo método tradicional com pintos foram numericamente inferiores, comparados aos valores determinados com galos, apresentando diferença significativa apenas para as farinhas de vísceras de suínos e farinha de penas 6. Resultados similares foram observados por LIMA et al. (1989), os quais verificaram que os valores de EMA dos alimentos determinados com galos foram superiores aos obtidos com pintos, utilizando o método de tradicional. Provavelmente, estes valores de EMA são diferentes pela própria categoria das aves. Segundo FONOLLA et al. (1981), o valor de energia metabolizável não é influenciado pela idade do animal. Entretanto, segundo ALBINO (1991), aves adultas metabolizam mais a energia do alimento que as aves jovens.

Quadro 3 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) das farinhas de vísceras expressos na matéria seca ¹

Farinha de vísceras	EMA - kcal/kg			
	Método tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos*	Galos
F. de vísceras aves 1	3.975 a	4.009 a	3.642 a	3.728 a
F. de vísceras aves 2	3.880 ab	4.070 a	3.447 b	3.557 ab
F. de vísceras aves 3	2.933 a	2.965 a	2.202 b	2.198 b
F. de vísceras aves 4	3.159 a	3.198 a	2.955 a	2.817 a
F. de vísceras aves 5	3.968 a	4.114 a	3.565 a	3.679 a
F. de vísceras mista 1	3.399 a	3.740 a	3.398 a	3.193 a
F. de vísceras mista 2	3.529 a	3.593 a	3.408 a	3.451 a
F. de vísceras suínos 1	2.746 b	3.518 a	2.923 b	2.685 b
F. de vísceras suínos 2	2.693 b	3.734 a	3.084 b	2.900 b
Média	3.364	3.660	3.180	3.134
CV (%)	10,50	5,98	7,81	14,83

¹ Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem pelo teste de Newman Keuls (P<0,05).

* Galos cecectomizados.

Quadro 4 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) das farinhas de penas, expressos na matéria seca ¹

Farinha de penas	EMA - kcal/kg			
	Método tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos*	Galos
F. de penas 1	2.954 a	3.478 a	2.954 a	3.091 a
F. de penas 2	3.285 ab	3.486 a	3.050 ab	2.926 b
F. de penas 3	3.424 a	3.698 a	3.377 a	3.253 a
F. de penas 4	3.293 a	3.353 a	2.835 a	2.949 a
F. de penas 5	3.432 a	3.549 a	2.800 b	2.701 b
F. de penas 6	3.598 b	4.102 a	3.631 b	3.443 b
Média	3.331	3.611	3.108	3.060
CV (%)	12,13	3,16	9,72	8,09

¹ Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem pelo teste de Newman Keuls (P<0,05).

* Galos cecectomizados.

Verificando os valores de EMA de ambas as farinhas, obtidos com o método de Sibbald, pode-se notar que não ocorreram diferenças significativas nas determinações realizadas com galos cecectomizados ou intactos. Todavia, o método de Sibbald proporcionou menores valores de EMA das farinhas de penas, comparado ao método tradicional, com exceção da farinha de penas 6. Estes resultados podem ter ocorrido em virtude da pequena ingestão de alimento pelo método de Sibbald, influenciando seu valor energético (ALBINO et al., 1992).

Comparando os valores de EMA médios dos alimentos determinados com galos cecectomizados e intactos pelo método de Sibbald, observou-se apenas diferença de 46 kcal para a farinha de vísceras e de 48 kcal para as farinha de penas. Resultados contraditórios foram demonstrados por HAN e PARSONS (1990), os quais observaram que galos intactos proporcionaram maiores valores de energia metabolizável, sugerindo a influência das bactérias no ceco sobre a produção de ácidos graxos voláteis.

Em oposição, notou-se que a média dos valores de EMA das farinhas de vísceras e farinhas de penas, determinadas com pintos e galos pelo método tradicional, apresentou maior valor energético para as farinhas, quando a EMA foi estimada pelo método tradicional com galos. Houve diminuição de 296 kcal para a farinha de vísceras e de 280 kcal para a farinha de penas, quando estimada pelo método tradicional com pintos.

Os valores de energia metabolizável das farinhas de vísceras e penas foram corrigidos pela retenção de nitrogênio, determinado, portanto, os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), que estão demonstrados nos Quadros 5 e 6.

Quadro 5 - Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das farinhas de vísceras, expressos na matéria seca¹

Farinha de vísceras	EMAn - kcal/kg			
	Método tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos*	Galos
F. de vísceras aves 1	3.966 a	4.015 a	3.725 a	3.766 a
F. de vísceras aves 2	4.170 a	3.939 ab	3.591 ab	3.359 b
F. de vísceras aves 3	3.056 a	2.828 a	2.092 b	2.125 b
F. de vísceras aves 4	3.470 a	3.342 ab	2.862 ab	2.709 b
F. de vísceras aves 5	3.825 a	4.011 a	3.585 a	3.676 a
F. de vísceras mista 1	3.383 a	3.852 a	3.452 a	3.091 a
F. de vísceras mista 2	3.433 a	3.529 a	3.341 a	3.439 a
F. de vísceras suínos 1	2.693 b	3.424 a	2.821 b	2.540 b
F. de vísceras suínos 2	2.619 b	3.647 a	2.892 b	2.761 b
Média	3.402	3.621	3.151	3.051
CV (%)	10,59	4,83	9,82	15,81

¹ Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem pelo teste de Newman Keuls (P<0,05).

* Galos cecectomizados.

Quadro 6 - Valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) das farinhas de penas, expressos na matéria seca¹

Farinha de penas	EMAn - kcal/kg			
	Método tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos*	Galos
F. de penas 1	3.077 b	3.783 a	2.743 b	2.916 b
F. de penas 2	3.264 ab	3.580 a	2.881 bc	2.512 c
F. de penas 3	3.490 a	3.552 a	3.432 a	3.184 a
F. de penas 4	3.291 a	3.321 a	2.741 a	2.913 a
F. de penas 5	3.371 a	3.438 a	2.958 a	2.967 a
F. de penas 6	3.580 ab	4.099 a	2.958 c	3.218 c
Média	3.345	3.629	2.952	2.952
CV (%)	12,97	4,52	13,26	11,14

¹ Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem pelo teste de Newman Keuls (P<0,05).

* Galos cecectomizados.

Pode ser notado que a maioria dos valores de EMAn das farinhas de vísceras foi menor, em comparação aos de EMA dos alimentos estudados, independente do método utilizado para sua determinação. Essa diminuição ocorre devido ao balanço nitrogênio positivo das aves.

Não ocorreram diferenças significativas nos valores de EMAn das farinhas de vísceras aves 1 e 5 e das vísceras mista 1 e 2, como também para as farinhas de penas 3, 4 e 5, entre os métodos estudados. Observou-se, também, que os valores médios de EMA e EMAn das farinhas de vísceras e penas tiveram o mesmo comportamento, mantendo sempre maior valor energético médios para as farinhas, quando determinados pelo método tradicional com galos. Segundo PENZ JR. et al. (1999), os valores de EMA, quando são corrigidos pelo balanço de nitrogênio no método tradicional, independente da ave utilizada para o estudo, os valores energéticos dos alimentos tendem a ser similares.

Os valores médios de EMAn foram superiores aos de EMA das farinhas de penas, pelo método tradicional, e inferiores pelo método de Sibbald. Estes resultados demonstram claramente a interferência do balanço de nitrogênio nos valores de energia metabolizável dos alimentos. Entretanto, os valores de EMAn da farinha de penas, determinados pelo método de Sibbald com galos cecectomizados ou intactos, foram idênticos ao valor de 2.952 kcal/kg. HAN e PARSONS et al.(1991) também verificaram alta correlação nos valores energéticos das farinhas de penas determinados com galos cecectomizados e intactos.

Constatou-se elevação de 393 e 677 kcal/kg para o método tradicional com pintos e galos, respectivamente, comparado ao método de Sibbald. Segundo SIBBALD e WOLYNETZ (1985), há possibilidade de o fator de correção para o balanço de nitrogênio não ser constante.

Os valores de EMAn são encontrados com maior frequência nas tabelas de composição dos alimentos, pois são utilizados diretamente na formulação de rações; observando a média dos valores de EMAn das farinhas de vísceras e penas, verifica-se que são maiores que os valores relatados por ROSTAGNO et al. (1983), pela EMBRAPA (1990) e pelo NRC (1994).

Quando foram consideradas as perdas energéticas metabólicas e endógenas nos valores energéticos, obtiveram-se os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV)

das farinhas de vísceras e penas, que estão apresentados nos Quadros 7 e 8, respectivamente.

Comparando os valores de EMA com os de EMV das farinhas de vísceras, verificou-se que a maioria dos valores de EMV foi superior, independente do método utilizado, o que não era esperado pelo menos no método tradicional, pois, quando o consumo de alimento é elevado, as perdas energéticas metabólicas e endógenas são anuladas, fazendo com que a EMV seja semelhante à EMA (LIMA et al., 1989; e FARREL et al., 1991).

Observando os valores de EMV dos alimentos, notou-se que os menores valores energéticos foram obtidos quando se utilizou o método de Sibbald, não havendo diferenças significativas entre o uso de galos cectomizados ou intactos. Verificou-se, portanto, a maior influência das perdas energéticas metabólicas e endógenas, no método de Sibbald, pelo seu baixo nível de consumo do alimento.

Comparando os valores médios de EMV aos de EMA das farinhas de penas, pode-se verificar que os valores de EMV foram menores, quando determinados pelo método tradicional com pintos e método de Sibbald com galos intactos, e superiores, quando determinados pelo método tradicional com galos e método de Sibbald com galos cecectomizados. Estes resultados contradizem os obtidos por FARREL et al. (1991), os quais demonstraram que a EMV foi superior à EMA, apenas em métodos com níveis baixos de consumo.

Quando os métodos utilizados foram o tradicional com pintos e o método de Sibald com galos intactos, ocorreu diferença significativa apenas nos valores de EMV para a farinha de penas 5. Isto demonstra que ambas as metodologias podem ser utilizadas para determinar a EMV, por não haver efeito da pequena ingestão de alimento nos valores de EMV, determinados pelo método de Sibbald (SIBBALD, 1975 e 1976; e HAN et al., 1976). Ocorreram, entretanto, diferenças significativas nos valores de EMV determinados pelo método tradicional utilizando pintos e galos. Essa diferença pode ser melhor visualizada quando se comparam as médias de EMV das farinhas, obtendo-se, portanto, diferença de 291 e 450 kcal para as farinhas de vísceras e penas, respectivamente.

Quadro 7 - Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) das farinhas de vísceras, expressos na matéria seca¹

Farinha de vísceras	EMV - kcal/kg			
	Método tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos*	Galos
F. de vísceras aves 1	3.842 a	4.034 a	3.787 a	3.900 a
F. de vísceras aves 2	4.057 a	4.161 a	3.742 a	3.844 a
F. de vísceras aves 3	3.422 a	2.922 b	2.281 c	2.305 c
F. de vísceras aves 4	3.268 ab	3.471 a	2.903 bc	2.710 c
F. de vísceras aves 5	4.073 a	4.199 a	3.572 b	3.864 ab
F. de vísceras mista 1	3.515 b	3.996 a	3.485 b	3.202 b
F. de vísceras mista 2	3.435 a	3.612 a	3.304 a	3.584 a
F. de vísceras suínos 1	2.787 b	3.577 a	2.930 b	2.695 b
F. de vísceras suínos 2	2.655 b	3.697 a	3.091 b	2.858 b
Média	3.450	3.741	3.233	3.218
CV (%)	8,46	4,70	6,61	12,96

¹Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem pelo teste de Newman Keuls (P<0,05).

*Galos cecectomizados.

Quadro 8 - Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) das farinhas de penas, expressos na matéria seca¹

Farinha de penas	EMV - kcal/kg			
	Método Tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos*	Galos
F. de penas 1	3.128 b	3.876 a	2.748 b	2.979 b
F. de penas 2	3.054 b	3.832 a	3.057 b	2.881 b
F. de penas 3	3.408 ab	3.721 a	3.384 ab	3.263 b
F. de penas 4	3.323 ab	3.544 a	3.010 b	3.074 b
F. de penas 5	3.589 a	3.476 a	3.059 b	2.671 c
F. de penas 6	3.407 b	4.160 a	3.674 b	3.453 b
Média	3.318	3.768	3.155	3.054
CV (%)	10,81	6,81	6,47	6,48

¹Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem pelo teste de Newman Keuls (P<0,05).

*Galos cecectomizados.

PARSONS et al. (1982) comentaram que os valores de EMV são sempre elevados e a EMAn parece ser mais acurada para medir a energia metabolizável dos alimentos.

Nos Quadros 9 e 10 são apresentados os valores de energia metabolizável verdadeira corrigida pela retenção de nitrogênio (EMVn), para os alimentos estudados.

Foram verificadas diferenças nos valores de EMVn das farinhas de vísceras e penas, determinados pelos diferentes métodos, sendo que os maiores valores energéticos (EMVn) foram observados quando se utilizou o método tradicional com galos.

Observou-se que, somente em quatro farinhas de vísceras e uma farinha de penas, os valores de EMVn determinados pelo método tradicional não diferiram significativamente, usando categoria de aves diferentes. Entretanto, a variação dos valores energéticos médios das farinhas, entre a utilização de pintos ou galos, para este método foi de 416 e 600 kcal para a farinha de vísceras e penas, respectivamente.

Quando se compararam os valores energéticos médios das farinhas pelo método tradicional com pintos e o método de Sibbald usando galos intactos, verificou-se maior variação nos valores médios de EMVn para a farinha de penas. A maioria dos valores de EMV das farinhas de penas e vísceras diminuiu, quando estes foram corrigidos pela retenção de nitrogênio. Os valores médios de EMVn também obtiveram o mesmo comportamento, indiferente do método utilizado, sendo a diminuição mais acentuada para o método tradicional com pintos de corte, devido ao balanço de nitrogênio positivo obtido pelas aves.

Verificou-se, neste trabalho, independente da metodologia estudada, menor coeficiente de variação para os valores de EMVn dos alimentos. Isso pode ter ocorrido em decorrência da melhor padronização das perdas energéticas metabólicas e endógenas, juntamente com a correção para o balanço de nitrogênio, na determinação de EMVn.

Foram feitas correlações entre os valores energéticos determinados, como também entre os métodos estudados; os resultados são apresentados nos Quadros 11 e 12.

Quadro 9 - Valores de energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) das farinhas de vísceras, expressos na matéria seca¹

Farinha de vísceras	EMVn - kcal/kg			
	Método Tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos*	Galos
F. de vísceras aves 1	3.754 a	3.978 a	3.333 b	3.495 b
F. de vísceras aves 2	3.956 a	3.914 a	3.108 b	3.079 b
F. de vísceras aves 3	2.468 b	2.893 a	2.086 c	2.551 b
F. de vísceras aves 4	3.191 a	3.338 a	2.655 b	2.555 b
F. de vísceras aves 5	3.983 a	3.990 a	3.111 c	3.476 b
F. de vísceras mista 1	3.485 b	3.905 a	2.997 c	2.753 d
F. de vísceras mista 2	2.953 b	3.500 a	2.859 b	3.310 a
F. de vísceras suínos 1	2.141 d	3.274 a	2.752 b	2.385 c
F. de vísceras suínos 2	2.572 c	3.449 a	2.892 b	2.555 c
Média	3.167	3.583	2.866	2.906
CV (%)	5,88	3,91	5,50	5,75

¹Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem pelo teste Newman Keuls (P<0,05).

*Galos cecectomizados.

Quadro 10 - Valores de energia metabolizável verdadeira corrigida (EMVn) das farinhas de penas, expressos na matéria seca¹

Farinha de penas	EMVn - kcal/kg			
	Método tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos*	Galos
F. de penas 1	3.201 b	3.976 a	2.717 c	2.591 c
F. de penas 2	2.894 b	3.835 a	2.702 b	2.662 b
F. de penas 3	2.938 b	3.509 a	2.867 b	2.904 b
F. de penas 4	3.061 a	3.300 a	2.405 b	2.443 b
F. de penas 5	3.147 b	3.417 a	2.628 c	2.413 c
F. de penas 6	3.187 b	3.989 a	3.346 b	3.202 b
Média	3.071	3.671	2.777	2.703
CV (%)	7,71	5,66	6,80	5,09

¹Médias seguidas por letras distintas na horizontal diferem pelo teste de Newman Keuls (P<0,05).

*Galos cecectomizados.

Foi verificada melhor correlação entre os valores de EMA e EMAn, bem como para EMV e EMVn. Entre as metodologias, as correlações foram baixas e, ainda, diferentes, dependendo da energia metabolizável estimada. Infere-se que parte das diferenças encontradas nos valores energéticos dos alimentos deve-se às diferentes metodologias utilizadas.

Quadro 11 - Coeficientes de correlação entre os valores energéticos¹

	EMA	EMAn	EMV	EMVn
EMA	-	0,87*	0,79*	0,75*
EMAn			0,77*	0,72*
EMV				0,83*

¹ Teste de Pearson *(P<0,001).

Quadro 12 - Coeficientes de correlação entre os métodos¹

Variáveis	Método tradicional		Método Sibbald	
	Pintos	Galos	Galos cecect.	Galos intactos
EMA				
Tradicional pintos		0,68*	0,40*	0,31*
Tradicional galos			0,68*	0,68*
Sibbald galos cecectomizados				0,58*
EMAn				
Tradicional pintos		0,57*	0,35*	0,45*
Tradicional galos			0,57*	0,45*
Sibbald galos cecectomizados				0,57*
EMV				
Tradicional pintos		0,68*	0,44*	0,68*
Tradicional galos			0,68*	0,68*
Sibbald galos cecectomizados				0,68*
EMVn				
Tradicional pintos		0,65*	0,50*	0,65*
Tradicional galos			0,64*	0,65*
Sibbald galos cecectomizados				0,65*

¹ Teste de Pearson *(P<0,001).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de verificar a composição química e os valores de energia metabolizável de nove farinhas de vísceras e de seis farinhas de penas de diferentes procedências, bem como comparar estes valores determinados por diferentes métodos, foram realizados quatro experimentos na Universidade Federal de Viçosa.

No primeiro experimento, foi utilizada a metodologia tradicional com pintos de corte de 16 a 23 dias de idade, com período experimental de três dias para adaptação das aves e cinco dias para a coleta total de excretas. No segundo experimento, utilizou-se também a metodologia tradicional, mas com galos intactos. A metodologia utilizada no terceiro experimento foi a da alimentação forçada, com galos adultos intactos, e no quarto experimento, galos cecectomizados.

Ocorreram variações na composição química e energética dos alimentos estudados, em virtude das diferentes matérias-primas utilizadas para a constituição das farinhas, mas não há padronização desses produtos, devido a alguns fatores operacionais.

Com base nos resultados experimentais, pode-se concluir que:

- 1 - Os valores médios de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) para a farinha de vísceras foram 3.402, 3.621, 3.151 e 3.051 kcal/kg e para as farinhas de penas, 3.345, 3.629, 2.952 e 2.952 kcal/kg, respectivamente,

para o método tradicional com pintos, método tradicional com galos, método de Sibbald com galos cecectomizados e com galos intactos.

- 2 - Observou-se grande variação na composição química e energética das farinhas de vísceras e penas, o que interferiu diretamente no valor de energia metabolizável desses alimentos.
- 3 - Os valores de energia metabolizável dos alimentos foram diferentes, quando determinados pelo método de tradicional com pintos de corte ou com galos.
- 4 - O método de Sibbald, usando galos intactos ou cecectomizados, proporcionou valores energéticos das farinhas de vísceras e penas semelhantes entre si, porém menores, quando determinados com o método tradicional.

CAPÍTULO II

VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL DAS FARINHAS DE PENAS E VÍSCERAS, DETERMINADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO E DUAS IDADES DAS AVES

1. INTRODUÇÃO

O valor de energia metabolizável dos alimentos, atualmente, é o que melhor representa a quantidade de energia disponível dos alimentos para as aves. No entanto, tem-se a necessidade de estimar esse valor, principalmente, para aqueles alimentos que possuem maior variação, como é o caso dos subprodutos avícolas.

Existem várias metodologias para determinar esse valor, porém a mais utilizada é o método da coleta total de excretas, usando pintos de corte. Apesar de ser o mais usado, este método traz dúvidas sobre alguns fatores que podem alterar os valores da energia metabolizável. Uma das dúvidas é acerca da idade das aves a serem usadas nesta metodologia, pois o trânsito digestivo (taxa de passagem), sob a ação das secreções gástricas, varia com a idade e pode alterar os valores de energia metabolizável. Segundo ALBINO et al. (1981), os valores de energia metabolizável dos alimentos aumentam com a idade. Outro fator que pode influir nas variações encontradas nos valores de energia metabolizável é o nível de substituição do alimento teste pela ração-referência. MARTOSISWOYO e JENSEN (1988) demonstraram que o valor de energia metabolizável da farinha

de carne e ossos variou inversamente com o nível de inclusão desse alimento na dieta-referência, diminuindo os valores de energia metabolizável da farinha, quando o nível de inclusão aumentou de 20 para 40%.

O objetivo deste trabalho foi determinar os valores de energia metabolizável das farinhas de vísceras e penas com vários níveis de substituição dos alimentos e em diferentes idades das aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no mês de fevereiro de 1999. As temperaturas médias máxima e mínima, durante os dois períodos experimentais, foram 31 e 26°C, respectivamente.

Foram utilizados pintos de corte machos, da marca comercial Avian Farms de 16 a 23 e de 30 a 38 dias de idade, na determinação dos valores de energia metabolizável da farinha de vísceras e farinha de penas. No período pré-experimental de 1 a 15 dias de idade, os pintos de corte foram criados em um galpão de alvenaria, recebendo uma ração inicial com 3.000 EM kcal/kg e 21,2% de PB, seguindo as recomendações descritas por ROSTAGNO et al. (1996). A partir do 16^o dia de idade, as aves foram alojadas em gaiolas de dois andares, com comedouro tipo cocho e bebedouro tipo nipple, dando início ao primeiro período experimental de oito dias. Os três primeiros dias foram destinados para a adaptação das aves às gaiolas e às rações testes e os cinco dias restantes, para a coleta total de excretas.

As aves com peso médio de 442 gramas foram distribuídas inteiramente ao acaso, em dez tratamentos, cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Os 11 tratamentos utilizados na determinação da energia consistiram de uma ração-referência (Quadro 1) e de dez rações testes, obtidas mediante a substituição da ração-referência, por cinco níveis (5, 10, 20, 30 e 40%) de farinha de vísceras, bem como para farinha de penas.

Quadro 1 - Composição percentual da ração referência

Ingredientes	(%)
Milho	56,067
Farelo de soja	37,052
Óleo de soja	2,800
Calcário	0,875
Fosfato bicálcico	2,307
Mistura mineral*	0,050
Mistura vitamínica**	0,100
Sal	0,313
BHT (Antioxidante)	0,010
Bacitracina de zinco	0,010
Cloreto de colina (60%)	0,060
Anticoccidiano	0,100
DL-metionina (99%)	0,256
Total (%)	100,000

-----Composição calculada-----

Proteína bruta (%)	21,50
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.020
Cálcio (%)	0,990
Fósforo disponível (%)	0,510
Lisina (%)	1,192
Metionina (%)	0,590
Metionina + Cistina (%)	0,946
Sódio (%)	0,170

* Mistura mineral (kg do produto) - Ferro, 80 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 80 g; Zinco, 50 g; Iodo, 1 g; e Excipiente q.s.p., 500 g.

** Mistura vitamínica (kg do produto) - Vit. A, 15.000.000 UI; Vit. D₃, 1.500.000 UI; Vit. E, 15.000 UI; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 4,0 g; Vit. B₆, 3,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ácido nicotínico, 25 g; Ácido pantotênico, 10 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ácido fólico, 1,0 g; Colina, 250 g; Bacitracina de zinco, 10 g; Selênio, 100 mg; Antioxidante B.H.T., 10 g; e excipiente q.s.p., 1.000 g.

Água e rações foram fornecidas à vontade em todo o período experimental. Durante o período de coleta das excretas, utilizaram-se bandejas cobertas com plástico, colocadas sob cada compartimento para evitar perda do material. As excretas foram recolhidas em intervalos de 12 horas, colocadas em sacos plásticos, pesadas e armazenadas em congelador. Ao final do período de coleta, as amostras foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas e retirada um amostra para as análises de matéria seca, nitrogênio e energia bruta.

Aos 23 dias de idade, as aves foram levadas novamente para o galpão de alvenaria, onde receberam uma ração de crescimento para frangos de corte, durante sete dias, com 3.100 kcal de EM/kg e 19,6% PB, seguindo as recomendações de ROSTAGNO et al. (1996).

O segundo período experimental teve início com as aves aos 30 dias de idade. As aves com peso médio de 1.258 gramas foram novamente distribuídas inteiramente ao acaso em dez tratamentos, cinco repetições de quatro aves por unidade experimental. A ração-referência, bem como as rações testes, foram as mesmas do primeiro período experimental, que também teve a finalidade de determinar os valores de energia metabolizável das farinhas de vísceras e penas.

Semelhante ao primeiro período experimental, as aves passaram por três dias de adaptação às gaiolas e às rações testes e cinco dias de coleta das excretas. As excretas, com coleta realizada em intervalos de 12 horas, foram acondicionadas em sacos plásticos, pesadas e congeladas.

As excretas coletadas no segundo período experimental seguiram os mesmo procedimentos do primeiro período e foram submetidas às análises laboratoriais, segundo SILVA (1990).

Determinados os valores de matéria seca, nitrogênio e energia bruta das rações e das excretas de ambos os períodos experimentais, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) da farinha de vísceras e da farinha de penas, por meio de equações, segundo MATTERSON et al. (1965), que foram ajustados com base na retenção de nitrogênio, obtendo-se os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).

2.1. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1992). Os valores de energia metabolizável foram analisados em um esquema fatorial 5 x 2 (níveis de substituição x idades), sendo realizadas análises de variância e regressão. O modelo estatístico utilizado para análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + I_j + NI_{ij} + e_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} = observação da unidade experimental nos níveis N_i e idade I_j ;

μ = média geral;

N_i = efeito dos níveis de substituição i ($i = 0, \dots, 5$);

I_j = efeito da idade j ($j = 1, 2$);

NI_{ij} = efeito da interação níveis e idade; e

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Farinha de vísceras

Os resultados obtidos para a farinha de vísceras, em relação aos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), em função da idade das aves e do nível de substituição do alimento teste pela ração-referência, são apresentados nos Quadros 2 e 3.

Os valores de EMA da farinha de vísceras não diferiram significativamente entre as duas idades estudadas (Quadro 2). Entretanto, quando os valores de energia metabolizável aparente foram corrigidos pelo balanço de nitrogênio, verificou-se diferença significativa nos valores de EMAn entre as idades das aves. Segundo SIBBALD e WOLYNETZ (1985), os valores de EMAn, quando são menores que EMA, o que aconteceu para ambas as idades neste trabalho, devem-se à ocorrência do balanço positivo de nitrogênio. As diferenças nos valores de energia metabolizável, associadas à idade, podem ser explicadas pelas variações nas perdas de energia metabólica fecal e endógena urinária (SIBBALD, 1978).

O valor de EMAn da farinha de vísceras foi menor, quando foram utilizadas aves adultas, o que também pode ser devido ao maior balanço de nitrogênio das aves mais velhas, influenciando os valores de energia metabolizável.

Quadro 2 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) das farinhas de vísceras e de desempenho, com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves *

Inclusão (%)	Farinha de vísceras			
	EMA (kcal/kg)		EMAn (kcal/kg)	
	1	2	1	2
5	4.002	4.096	3.690	3.438
10	3.926	4.032	3.449	3.086
20	3.712	3.722	3.379	3.254
30	3.676	3.526	3.365	3.092
40	3.638	3.448	3.330	3.175
Média	3.790 a	3.764 a	3.442 a	3.209 b
CV, %	5,77		4,29	

* Médias seguidas por letras diferentes na horizontal por característica diferem pelo teste F (P<0,05).
1 - 16 a 23 dias de idade. 2 - 30 a 38 dias de idade.

Quadro 3 - Equações de regressão estimadas para os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida (Y), em função do nível de inclusão da farinha de vísceras (X) à dieta-referência

Variável	Período	Equação	R ²
EMA (kcal/kg)	1	$Y = 4.138,88 - 27,3406 X + 0,3742 X^2$	0,98
	2	$Y = 4.299,12 - 35,3686 X + 0,3453 X^2$	0,99
EMAn (kcal/kg)	1	$Y = 3.768,36 - 28,6145 X + 0,4552 X^2$	0,86
	2	$Y = 3.454,57 - 23,9604 X + 0,4261 X^2$	0,57

1 - 16 a 23 dias de idade. 2 - 30 a 38 dias de idade.

Quando a farinha de vísceras substituiu a ração-referência nos níveis de 5, 10 e 20%, os valores de EMA foram maiores, quando determinados com aves mais adultas (período 2). Entretanto, quando os níveis de substituição foram de 30 e 40%, os maiores valores de EMA foram encontrados para as aves mais jovens (período 1), sendo que os valores de EMA e EMAn foram maiores com o nível de 5% de substituição da farinha de vísceras, provavelmente em função do maior consumo pelas aves.

Os valores de EMA e EMAn diminuíram com o aumento do nível de substituição, porém foram semelhantes nos níveis de 30 e 40%. DOLZ e BLAS (1992) comentam que níveis mais altos de substituição podem subestimar o valor energético do alimento, principalmente para alimentos de baixa palatabilidade.

Houve redução nos valores de EMA de 9,1% para as aves jovens e 15,82% para as aves adultas, com o aumento de substituição (5 a 40%) dos alimentos avaliados. Para os valores de EMAn, as reduções foram de 9,75 e 7,65% para as aves jovens e adultas, respectivamente.

Houve efeito quadrático em função do nível de substituição da farinha de vísceras à ração-referência, para todas as variáveis estudadas (Quadro 3).

3.2. Farinha de penas

Os resultados obtidos para a farinha de penas, em relação aos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), em função da idade das aves e do nível de substituição do alimento teste pela ração-referência, são apresentados nos Quadros 4 e 5.

Não ocorreram diferenças significativas nos valores médios de EMA e EMAn da farinha de penas, para as aves de diferentes idades, mas observou-se aumento de 60 kcal para EMA e de 104 kcal para EMAn, com o aumento da idade das aves. Maior variação entre as idades foi demonstrada nos valores de EMA e EMAn da farinha de penas, quando a mesma substituiu a ração-referência no nível de 5%. ALBINO et al. (1986) também não encontraram diferenças nos valores de energia metabolizável de alguns alimentos estudados em diferentes idades. Entretanto, parece que aves mais adultas utilizam mais energia que aves jovens, para determinados alimentos, pois alguns nutrientes são melhores metabolizados por aves adultas (MARCH et al., 1973; ROSTAGNO et al., 1977; e ALBINO et al., 1982). Essa maior digestibilidade dos nutrientes das aves adultas poderia, ainda, ser atribuída à menor taxa de passagem e ao maior tempo de permanência dos nutrientes no trato gastrintestinal, sob a ação das secreções gástricas. ve efeito quadrático em função do nível de substituição da farinha de

penas pela ração-referência, para todas as variáveis estudadas (Quadro 5). Os valores de EMA e EMAn da farinha de penas foram reduzidos com o aumento da inclusão da farinha de penas à dieta-referência. Esse mesmo efeito, mas com outros alimentos, também foi observado por LESSIRE et al. (1985) e AZEVEDO (1997).

Os valores de EMA da farinha de penas diminuíram 11,55%, quando determinados com aves jovens, e 20,74%, com as aves adultas, com o aumento dos níveis de substituição (5 a 40%). Para a EMAn, as reduções foram de 15,66 e 22,75% para as aves jovens e adultas, respectivamente.

Quadro 4 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) das farinhas de penas e de desempenho, determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves *

Inclusão (%)	Farinha de penas			
	EMA (kcal/kg)		EMAn (kcal/kg)	
	1	2	1	2
5	3.912	4.248	3.596	3.921
10	3.803	3.852	3.349	3.449
20	3.601	3.646	3.111	3.188
30	3.467	3.430	3.008	3.030
40	3.460	3.367	3.033	3.029
Média	3.648 a	3.708 a	3.219 a	3.323 a
CV, %	7,92		12,65	

*Médias seguidas por letras diferentes na horizontal por característica diferem pelo teste de F (P<0,05).
1 - 16 a 23 dias de idade. 2 - 30 a 38 dias de idade

Quadro 5 - Equações de regressão estimadas para os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida (Y), em função do nível de inclusão da farinha de penas (X) à dieta-referência

Variável	Período	Equação	R ²
EMA (kcal/kg)	1	$Y = 4.072,99 - 32,3540 X + 0,4221 X^2$	0,99
	2	$Y = 4.458,72 - 58,1683 X + 0,7803 X^2$	0,97
EMAn (kcal/kg)	1	$Y = 3.811,49 - 51,1058 X + 0,7960 X^2$	0,99
	2	$Y = 4.191,76 - 74,3208 X + 0,1145 X^2$	0,96

1 - 16 a 23 dias de idade. 2 - 30 a 38 dias de idade

MARTOSISWOYO e JENSEN (1988) discutem, em seu trabalho, que o valor de energia metabolizável de alguns alimentos diminui com o aumento do nível de inclusão, em função da interferência de cálcio na absorção de gordura, redução de absorção associada à taxa de ácidos graxos saturados e insaturados,

do aumento do desequilíbrio de aminoácidos, da diminuição da digestibilidade da proteína causada por minerais, do menor consumo associando a maior perda de energia endógena e metabólica e, ainda, da interação de todos esses fatores.

AZEVEDO (1997) considera adequado o nível de 20% de substituição e comenta que maiores níveis podem acarretar diminuição no consumo e no desenvolvimento das aves, em virtude de interações entre os nutrientes presentes na dieta.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável das farinhas de vísceras e penas com vários níveis de substituição dos alimentos e em diferentes idades das aves, foi realizado um experimento na Universidade Federal de Viçosa.

Os dez tratamentos utilizados na determinação da energia consistiram de uma ração-referência e de dez rações testes, obtidas mediante a substituição da ração-referência por cinco níveis (5, 10, 20, 30 e 40%) de farinha de vísceras e de penas. Os ensaios de metabolismo (coleta total de excretas) foi realizado em dois períodos (duas idades das aves). O primeiro período iniciou com as aves com 16 dias de idade e o segundo, quando as aves tinham 30 dias de idade.

Com o aumento da inclusão do alimento teste na ração, houve diminuição nos valores de energia do alimento.

De acordo com os resultados encontrados neste experimento, pode-se concluir que:

- 1 - Os valores energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da farinha de vísceras foram 3.442 e 3.209 kcal/kg e para a farinha de penas, 3.219 e 3.323 kcal/kg, quando determinados com as aves de 16 a 23 dias e 30 a 38 dias de idade, respectivamente.

- 2 - O valor de EMA da farinha de vísceras e farinha de penas não diferiu com as duas idades utilizadas para a sua determinação.
- 3 - Houve diferença no valor de EMAn da farinha de vísceras, determinado com aves jovens e adultas, porém o mesmo não ocorreu para a farinha de penas.
- 4 - Com o aumento do nível de substituição das farinhas de vísceras e penas pela dieta-referência, ocorreu diminuição no valor energético das mesmas.

CAPÍTULO III

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DOS AMINOÁCIDOS E VALORES DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DAS FARINHAS DE PENAS E VÍSCERAS PARA AVES

1. INTRODUÇÃO

No final da década de 50, os nutricionistas ainda seguiam o conceito de conteúdo de proteína bruta dos alimentos, para satisfazer a necessidade protéica das aves.

Com a produção comercial de aminoácidos sintéticos, um novo conceito surgiu, o da proteína ideal, o qual preconiza que as aves necessitam de quantidades e proporções específicas para cada aminoácido, para o seu melhor desempenho. Juntamente com esse conceito, veio a necessidade de se estimarem os valores dos aminoácidos dos alimentos na forma digestível. Os valores de aminoácidos digestíveis expressam melhor o seu conteúdo disponível para aves. Entretanto, um dos objetivos de formular rações, com base no conceito da proteína ideal, é diminuir o seu custo, principalmente quando se utilizam alimentos não-convencionais nas formulações.

Os subprodutos avícolas, como as farinhas de vísceras ou penas, estão sendo utilizados nas rações de aves com bons resultados, quando são formuladas rações baseadas em aminoácidos digestíveis. Os alimentos de origem animal têm grande variação em sua composição de aminoácidos, devido ao processamento a que são

submetidos. Portanto, torna-se importante estimar o conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos, como também as exigências desses aminoácidos pelas aves.

O objetivo deste trabalho foi determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras e penas para aves.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa no mês de abril de 1998. As temperaturas médias máxima e mínima foram, durante o período experimental, de 25 e 20°C, respectivamente. Os alimentos testados neste estudo foram os mesmos descritos no capítulo II. Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade e dos conteúdos de aminoácidos digestíveis de nove farinhas de vísceras e seis farinhas de penas, utilizou-se o método da alimentação forçada com galos Leghorn adultos cecectomizados, com peso médio de 2.130 gramas.

As cecectomias dos galos ocorreram no Setor de Avicultura da Universidade Federal de Viçosa e a metodologia da cirurgia foi a descrita por PUPA et al. (1998), por meio da laparotomia abdominal e anestesia local.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 15 tratamentos (nove farinhas de vísceras e seis farinhas de penas), seis repetições e uma ave por unidade experimental. Os galos foram alojados em baterias metálicas em gaiolas individuais e submetidos a um período pré-experimental de cinco dias para adaptação às gaiolas.

O período experimental foi de 92 horas, sendo 36 horas de jejum para o esvaziamento do trato gastrointestinal. Logo após, foram forçados a consumir 30 g do alimento teste, fornecidos em duas partes, às 8 e 16 h, para evitar que os galos regurgitassem o alimento fornecido. O fornecimento do alimento foi feito, por meio de um funil, via esôfago até o papo.

A coleta das excretas foi realizada durante 56 horas após o primeiro fornecimento do alimento teste, a cada 12 horas, para evitar a fermentação da excretas. Foram recolhidas de bandejas revestidas por plásticos alojadas sob as gaiolas. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas. Concomitantemente, seis repetições de um galo por unidade experimental foram mantidas em jejum, para determinação das perdas aminoacídicas endógenas e metabólicas.

Ao término do período experimental, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, para a realização das análises de matéria seca, nitrogênio e aminoácidos, juntamente com as amostras das farinhas de vísceras e penas. As análises de matéria seca e nitrogênio foram efetuadas, segundo SILVA (1990), no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa e os aminogramas tanto das excretas como dos alimentos, no Laboratório de Nutrição Animal da Ajinomoto.

Com base nos resultados das análises realizadas e utilizando a fórmula proposta por ROSTAGNO e FEATHERSTON (1977), foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira e o conteúdo de aminoácido digestível verdadeiro dos alimentos.

Também foi determinado o coeficiente de metabolização da proteína bruta (in vivo), para comparar com os valores de digestibilidade da proteína em pepsina de 0,002% (in vitro) das farinhas de penas e vísceras.

2.1. Fórmula - Coeficiente de metabolização da proteína e de digestibilidade dos aminoácidos

$$CM_{PB} = \frac{PB_{ing} - (PB_{exc} - PB_{end}) * 100}{PB_{ing}}$$

$$CDV_{AA} = \frac{AA_{ing} - (AA_{exc} - AA_{end}) * 100}{AA_{ing}}$$

em que

CDVPB = coeficiente de digestibilidade verdadeira da proteína;

PB ing = proteína bruta ingerida;
PB exc = proteína bruta excretada;
PB end = proteína bruta do endógeno;
CDVAA = coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos;
AA ing = aminoácido ingerido em gramas;
AA exc = aminoácido excretado em gramas; e
AA end = aminoácido endógeno em gramas.

2.2. Análises estatísticas

Os valores de energia metabolizável foram analisados em delineamento inteiramente casualizado e as médias, comparadas pelo teste Newman Keuls, a 5% de probabilidade. A análise de variância e os testes de médias foram processados utilizando o Sistema de Análises Estatísticas - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERA DE VIÇOSA - UFV, 1992). O modelo estatístico utilizado para análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = \mu + Al_i + e_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} = observação da unidade experimental;

μ = média geral;

Al_i = efeito dos alimentos; e

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Farinha de vísceras

O conteúdo em aminoácidos totais das diferentes amostras de farinhas de vísceras são mostrados no Quadro 1. Os valores para todos os aminoácidos das farinhas de vísceras foram semelhantes aos citados pelo NRC (1994, 1998) e por DEGUSSA (1999). Verificou-se maior conteúdo médio dos aminoácidos leucina, ácido aspártico, ácido glutâmico e glicina nas farinhas de vísceras. Os aminoácidos que obtiveram maior variação entre as farinhas foram serina, ácido glutâmico, valina, leucina e glicina. O conteúdo de lisina (3,53%) e metionina (1,22%) encontrados por PUPA (1995) foram semelhantes aos encontrados na amostra de farinha de vísceras 5.

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira e conteúdo de aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras são apresentados nos Quadros 2 e 3.

Houve diferença significativa na digestibilidade dos aminoácidos entre as amostras de farinhas de vísceras estudadas. Entretanto, constatou-se maior variação no teor de proteína bruta (capítulo II) do que nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos.

Quadro 1 - Valores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos totais (%) das farinhas de vísceras, expressos na matéria natural

	Farinha de vísceras									Média	Desvio	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
MS, %	95,17	90,19	92,71	91,96	93,15	93,57	89,75	93,92	91,44	92,43	-	
PB, %	57,70	56,34	47,43	48,53	58,18	53,77	67,44	45,34	46,65	53,49	-	
					Aminoácido (%)							
Ác. aspártico	5,41	5,16	4,08	4,15	4,97	4,65	5,88	3,56	3,96	4,65	0,77	
Ác. glutâmico	8,00	7,78	6,15	6,50	7,76	7,26	9,31	5,48	5,56	7,09	1,27	
Alanina	3,42	3,79	2,83	3,43	3,87	3,70	4,01	3,51	3,47	3,56	0,34	
Arginina	4,24	4,02	3,08	3,56	4,05	3,87	5,26	3,78	3,14	3,89	0,65	
Cistina	1,12	0,72	0,61	0,49	0,78	0,62	2,58	0,30	0,48	0,86	0,69	
Fenilalanina	3,19	2,27	1,86	1,73	2,20	2,03	3,84	1,51	1,94	2,29	0,75	
Glicina	4,09	6,31	4,21	6,59	6,69	6,78	6,36	7,12	5,66	5,98	1,11	
Histidina	1,21	1,14	0,95	0,89	1,15	1,10	1,06	0,82	1,21	1,06	0,14	
Isoleucina	3,46	2,26	1,92	1,56	2,10	1,81	3,68	1,18	1,44	2,16	0,87	
Leucina	5,62	4,11	3,30	3,06	3,93	3,56	6,72	2,62	3,49	4,05	1,31	
Lisina	3,70	3,60	2,80	2,83	3,49	3,28	2,79	2,31	2,84	3,07	0,47	
Metionina	1,37	1,19	0,99	0,90	1,22	1,09	0,90	0,67	0,73	1,01	0,23	
Serina	3,53	2,57	1,88	2,05	2,47	2,33	7,56	1,79	2,01	2,91	1,82	
Tirosina	2,59	1,85	1,41	1,08	1,33	1,18	2,04	0,92	1,19	1,51	0,54	
Treonina	2,97	2,42	1,88	1,87	2,27	2,14	3,75	1,48	1,76	2,28	0,70	
Valina	4,20	2,68	2,33	2,04	2,72	2,37	5,48	1,93	2,46	2,91	1,17	

Quadro 2 - Valores de matéria seca, proteína bruta e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos (%) das farinhas de vísceras, expressos na matéria natural

	Farinha de vísceras									Média	CV (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
MS, %	95,17	90,19	92,71	91,96	93,15	93,57	89,75	93,92	91,44	92,43	-
PB, %	57,70	56,34	47,43	48,53	58,18	53,77	67,44	45,34	46,65	53,49	-
	Aminoácido (%)										
Ác. aspártico	45,65 c	75,16 ab	71,06 b	81,75 a	77,10 ab	78,48 ab	48,90 c	70,24 b	72,94 ab	68,78	8,44
Ác. glutâmico	68,95 c	86,55 ab	81,45 b	88,80 a	88,03 a	88,43 a	69,45 c	83,03 ab	83,60 ab	82,11	4,82
Alanina	72,93 c	98,35 a	69,83 c	88,84 b	98,02 a	96,22 a	88,92 b	86,90 b	88,40 b	89,82	5,25
Arginina	81,62 c	90,41 ab	88,72 ab	90,22 ab	91,81 a	91,44 a	82,02 c	86,59 b	88,13 ab	87,88	2,76
Fenilalanina	76,20 b	88,88 a	87,82 a	90,60 a	90,81 a	90,71 a	78,49 b	87,11 a	88,04 a	86,52	3,39
Histidina	66,78 b	86,60 a	82,84 a	89,53 a	87,53 a	90,16 a	65,30 b	82,91 a	84,35 a	81,78	5,15
Isoleucina	74,63 b	86,56 a	84,55 a	89,20 a	88,86 a	90,61 a	78,13 b	87,78 a	85,92 a	85,14	3,98
Leucina	74,08 b	88,42 a	86,25 a	90,82 a	89,89 a	90,85 a	76,21 b	87,03 a	87,79 a	85,70	3,87
Lisina	65,41 b	88,26 a	83,98 a	90,53 a	89,42 a	90,37 a	64,05 b	84,07 a	87,68 a	82,64	4,66
Met+Cis	66,47 b	82,55 a	77,98 a	85,97 a	82,97 a	85,12 a	66,28 b	82,57 a	79,47 a	78,82	5,70
Metionina	76,53 c	90,86 ab	86,22 b	92,37 a	91,26 ab	92,54 a	73,35 c	87,36 ab	89,25 ab	86,64	3,87
Serina	68,22 d	80,86 ab	77,16 bc	85,62 a	81,79 ab	84,31 ab	72,99 cd	79,12 abc	79,82 abc	79,09	5,55
Tirosina	79,38 b	93,11 a	90,74 a	92,31 a	92,93 a	93,64 a	81,68 b	89,24 a	90,06 a	89,04	2,90
Treonina	65,10 b	80,85 a	77,73 a	86,03 a	82,75 a	85,61 a	67,10 b	80,00 a	78,53 a	78,19	6,05
Valina	72,86 b	83,70 a	81,02 a	86,97 a	86,60 a	87,29 a	75,00 b	84,27 a	83,96 a	82,41	4,57

Médias na mesma linha com letras diferentes diferem pelo teste Newman Keuls ($P < 0,05$).

Quadro 3 - Conteúdo de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos digestíveis verdadeiros (%) das farinhas de vísceras, expressos na matéria natural

	Farinha de vísceras									Média	CV, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
MS, %	95,17	90,19	92,71	91,96	93,15	93,57	89,75	93,92	91,44	92,43	-
PB, %	57,70	56,34	47,43	48,53	58,18	53,77	67,44	45,34	46,65	53,49	-
	Aminoácido (%)										
Ác. aspártico	2,47 b	3,88 a	2,90 b	3,39 a	3,83 a	3,65 a	2,88 b	2,50 b	2,88 b	3,15	8,96
Ác. glutâmico	5,52 b	6,73 a	5,01 c	5,77 b	6,83 a	6,42 a	6,47 a	4,55 c	4,64 c	5,77	5,38
Alanina	2,49 c	3,73 a	1,98 d	3,05 b	3,88 a	3,56 a	3,57 a	3,05 b	3,06 b	3,15	5,53
Arginina	3,46 b	3,63 b	2,73 c	3,21 b	3,72 b	3,54 b	4,31 a	3,27 b	2,76 c	3,40	3,00
Fenilalanina	2,43 b	2,02 c	1,63 ef	1,57 f	2,00 c	1,84 d	3,01 a	1,31 g	1,70 e	1,95	4,26
Histidina	0,81 b	0,99 a	0,79 b	0,80 b	1,01 a	0,99 a	0,69 c	0,67 c	1,02 a	0,86	5,12
Isoleucina	2,58 b	1,96 c	1,62 d	1,39 e	1,87 c	1,64 d	2,88 a	1,03 g	1,23 f	1,80	5,14
Leucina	4,16 b	3,63 c	2,85 e	2,78 e	3,53 c	3,23 d	5,12 a	2,28 f	3,06 d	3,40	5,13
Lisina	2,42 cd	3,18 a	2,35 d	2,56 c	3,12 a	2,96 b	1,79 f	1,94 e	2,49 cd	2,53	4,48
Met+Cis	1,65 b	1,58 b	1,25 d	1,19 d	1,66 b	1,46 c	2,31 a	0,80 f	0,96 e	1,43	7,17
Metionina	1,04 b	1,08 ab	0,85 d	0,83 d	1,11 a	1,00 c	0,66 e	0,58 f	0,65 e	0,87	3,72
Serina	2,41 b	2,08 c	1,45 e	1,76 d	2,02 c	1,96 c	5,52 a	1,41 e	1,60 de	2,25	7,44
Tirosina	2,06 a	1,72 b	1,28 d	1,00 f	1,24 d	1,11 e	1,67 c	0,82 g	1,07 e	1,33	3,24
Treonina	1,93 b	1,95 b	1,46 bc	1,60 bc	1,87 ab	1,83 bc	2,52 a	1,18 c	1,38 bc	1,75	6,85
Valina	3,06 b	2,24 cd	1,89 e	1,77 ef	2,36 c	2,07 d	4,11 a	1,67 f	2,17 cd	2,37	5,70

Médias na mesma linha com letras diferentes diferem pelo teste Newman Keuls (P<0,05).

Foram verificados, para as farinhas de vísceras 1 e 7, valores semelhantes na digestibilidade dos aminoácidos, apesar dos diferentes conteúdos de proteína bruta, 57,70 e 67,44%, respectivamente.

Foram encontrados neste trabalho maiores coeficientes de digestibilidade para os aminoácidos essenciais do que para os não-essenciais, contudo, maior conteúdo de aminoácidos digestíveis foi relatado para os aminoácidos não-essenciais do que para os essenciais.

Comparando os dados nacionais obtidos por PUPA (1995) com os deste trabalho, verificou-se que os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos da farinha de vísceras foram maiores, mas os valores de aminoácidos digestíveis foram menores.

Menores coeficientes de digestibilidade foram encontrados para os aminoácidos metionina+cistina, treonina, ácido aspático e serina das farinhas de vísceras.

A digestibilidade média da metionina obtida foi semelhante e a da lisina, superior à digestibilidade relatada por HAN e PARSONS (1990) e ambas foram inferiores aos resultados de BURGOS et al. (1974).

Os valores de aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras, encontrados nesta pesquisa, estão próximos aos citados por ROSTAGNO et al. (2000) e DEGUSSA (1999).

Os maiores valores de aminoácidos digestíveis foram para os aminoácidos essenciais: arginina, leucina, lisina e valina e não-essenciais: alanina, ácido aspártico e ácido glutâmico.

Entre as amostras das farinhas, o aminoácido lisina apresentou o menor valor digestível na farinha de vísceras mista 7 e o maior na farinha de vísceras de aves 2; para a metionina o menor valor foi encontrado na farinha de vísceras de suínos 8 e o maior, na farinha de vísceras de aves 5.

Essas variações nos coeficientes de digestibilidade e no conteúdo digestível dos aminoácidos eram esperadas, pois os produtos de origem animal são constituídos de matérias-primas em proporções distintas, causando modificações tanto na sua composição química como na sua digestibilidade.

3.2. Farinha de penas

Os valores em aminoácidos totais das farinhas de penas estudadas são apresentados no Quadro 4.

Foi observado que as farinhas de penas 1, 4, 5 e 6 apresentaram conteúdo semelhante no aminoácido metionina. Os maiores valores médios em conteúdo de aminoácidos totais das farinhas de penas foram o ácido glutâmico, a serina e a leucina.

O conteúdo de cistina encontrado na farinha de penas 2 foi maior que o relatado por PUPA (1995). O valor médio do aminoácido metionina, comparado aos aminoácidos descritos por ROSTAGNO (2000), foi o mais semelhante dos aminoácidos essenciais.

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira e o conteúdo de aminoácidos digestíveis das farinhas de penas são apresentados nos Quadros 5 e 6. Houve variação nos valores de digestibilidade dos aminoácidos nas diferentes amostras das farinhas, confirmando a importância de sua determinação, devido à falta de padronização desse alimento, sendo que tanto uma sub como superestimação desses valores podem resultar em diminuição do desempenho das aves. Segundo PAPADOPOULOS et al. (1985), o uso da farinha de penas torna-se viável, quando as rações são formuladas com base em aminoácidos digestíveis, devido à grande variação na digestibilidade de cada aminoácido.

Menores valores de digestibilidade foram observados para a farinha de penas 4, a qual, porém, apresenta alto teor em PB de 81,87%, comparado às outras amostras de farinha de penas. A farinha de penas 6 destacou-se por seus maiores valores de digestibilidade dos aminoácidos essenciais, apresentando, também, valor alto de energia metabolizável (4.099 kcal/kg - capítulo II) e um conteúdo de 73,56% de PB. Estes altos valores de digestibilidade dos aminoácidos, bem como o energético, podem estar relacionados, entre outros fatores, ao seu elevado conteúdo de extrato etéreo de 10,07%.

Quadro 4 - Valores de matéria seca, proteína bruta e aminoácidos totais das farinhas de penas, expressos na matéria natural

	Farinha de penas						Média	Desvio
	1	2	3	4	5	6		
MS, %	90,40	90,04	88,90	89,47	90,87	89,74	89,90	-
PB, %	76,56	77,00	78,71	81,87	72,29	73,56	76,66	-
	Aminoácido (%)							
Ác. aspártico	6,30	5,55	5,98	6,04	5,86	5,55	5,88	0,29
Ác. glutâmico	9,57	8,75	8,71	9,21	9,27	8,36	8,98	0,45
Alanina	4,11	3,71	4,13	4,19	3,97	3,95	4,01	0,17
Arginina	5,77	5,72	5,42	5,79	6,60	5,17	5,75	0,48
Cistina	3,49	4,49	3,78	3,83	3,58	3,32	3,75	0,41
Fenilalanina	3,87	4,09	4,19	4,37	4,15	3,88	4,09	0,19
Glicina	6,54	6,12	6,68	6,47	6,57	5,77	6,36	0,35
Histidina	1,17	0,76	1,44	1,18	0,89	1,14	1,10	0,35
Isoleucina	3,69	4,12	3,74	4,08	4,07	3,76	3,91	0,24
Leucina	6,95	6,83	7,28	7,35	7,05	6,64	7,02	0,27
Lisina	2,83	1,92	2,71	2,53	2,14	2,51	2,44	0,35
Metionina	0,69	0,55	0,63	0,69	0,69	0,69	0,66	0,06
Serina	8,05	9,53	8,25	9,10	9,46	7,61	8,67	0,80
Tirosina	2,03	1,93	1,81	2,67	2,40	2,45	2,22	0,34
Treonina	3,77	4,08	4,03	4,26	4,18	3,82	4,02	0,19
Valina	6,11	6,11	6,10	6,47	6,36	5,69	6,14	0,27

Quadro 5 - Valores de matéria seca, proteína bruta e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos (%) das farinhas de penas, expressos na matéria natural

	Farinha de penas						Média	CV (%)
	1	2	3	4	5	6		
MS, %	90,40	90,04	88,90	89,47	90,87	89,74	89,90	-
PB, %	76,56	77,00	78,71	81,87	72,29	73,56	76,66	-
	Aminoácido (%)							
Ác. aspártico	44,28 b	45,85 b	50,35 b	36,86 b	42,00 b	72,17 a	48,58	15,6
Ác. glutâmico	69,10 ab	69,17 ab	72,12 ab	62,94 b	67,64 ab	76,54 a	69,58	7,51
Alanina	93,60 ab	85,44 b	94,40 ab	89,73 ab	90,53 ab	97,28 a	91,83	6,19
Arginina	82,97 b	83,04 b	84,38 b	77,52 c	83,72 b	88,04 a	83,28	3,31
Cistina	48,28 a	22,06 b	35,60 ab	22,24 b	24,95 b	31,79 ab	30,82	38,0
Fenilalanina	82,88 ab	83,69 ab	82,01 ab	77,91 b	81,71 ab	85,47 a	82,28	3,90
Histidina	68,58 ab	64,60 ab	70,27 a	58,26 b	64,42 ab	72,65 a	66,46	9,27
Isoleucina	84,24 a	84,03 a	83,22 a	77,41 b	82,11 a	85,70 a	82,78	3,66
Leucina	79,55 ab	79,44 ab	79,17 ab	73,31 b	78,44 ab	82,80 a	78,78	4,64
Lisina	65,47 ab	66,16 ab	71,09 a	57,41 b	61,06 b	73,55 a	65,79	8,06
Metionina	76,92 ab	71,22 bc	76,30 ab	66,30 c	72,13 bc	80,12 a	73,83	5,94
Serina	72,84 b	76,70 ab	77,38 ab	70,98 b	74,02 ab	81,01 a	75,49	5,93
Tirosina	83,04 a	81,47 a	83,18 a	81,13 a	79,33 a	85,27 a	82,24	4,05
Treonina	67,84 ab	67,99 ab	72,60 ab	62,98 b	67,08 ab	75,69 a	69,03	8,24
Valina	79,10 ab	79,21 ab	79,80 ab	73,03 b	78,13 ab	82,65 a	78,65	4,71

Médias na mesma linha com letras diferentes diferem pelo teste Newman Keuls ($P < 0,05$).

Os aminoácidos cistina e ácido aspártico foram os que apresentaram maiores coeficientes de variação, como também menores valores de digestibilidade. HAN e PARSONS (1990) também observaram menor digestibilidade para o aminoácido cistina da farinha de penas. Entretanto, BAKER et al. (1981) e LIU et al. (1989) verificaram baixa digestibilidade dos aminoácidos cistina e metionina, sugerindo que essa baixa digestibilidade pode estar relacionada ao processamento das farinhas, que pode transformar a cistina em lantionina, diminuindo a digestibilidade dos aminoácidos sulfurados e ainda, em parte, ser afetado pelo inconsistente processo de oxidação durante a análise de ambos os aminoácidos.

O valor de digestibilidade do aminoácido cistina da farinha de penas foi o que mais variou em relação aos demais. Essa variação, segundo WANG e PARSONS (1997), está diretamente relacionada ao conteúdo de proteína bruta, às matérias-primas e às condições de processamento das farinhas de penas.

Entre os aminoácidos não-essenciais, foi verificada maior digestibilidade para o aminoácido alanina. A farinha de penas 3 apresentou coeficientes de digestibilidade de alguns aminoácidos essenciais semelhantes aos da farinha de penas 6 e apenas 1,48% de EE.

Considerando a digestibilidade média dos aminoácidos, os valores encontrados foram semelhantes aos dados de PUPA (1995) - nacionais - e inferiores aos de HAN e PARSONS (1991) - exterior.

O conteúdo médio dos aminoácidos essenciais, verificado nesta pesquisa, foi maior que os citados por PUPA (1995) e, comparado aos de DEGUSSA (1999), o conteúdo de lisina digestível foi menor. O conteúdo digestível de metionina da farinha de penas 3 foi idêntico ao citado por ROSTAGNO et al. (2000).

Entre as amostras de farinhas de penas estudadas os aminoácidos leucina, fenilalanina, treonina, valina e ácido glutâmico não apresentaram diferenças no seu conteúdo digestível.

3.3. Métodos *in vitro* e *in vivo*

Nos Quadros 7 e 8, pode-se comparar a digestibilidade em pepsina 0,002% (*in vitro*) com o coeficiente de metabolização da proteína bruta (*in vivo*). Maiores diferenças foram observadas para as amostras de farinhas de penas do que para as vísceras, em relação aos métodos *in vivo* e *in vitro*. Já em relação às amostras de farinhas de vísceras, os valores médios de ambos os métodos foram semelhantes. Entretanto, foi obtida baixa correlação entre os métodos *in vitro* e *in vivo* para as farinhas de penas e vísceras, conjuntamente (Quadro 9).

No entanto, foi verificada alta correlação entre o método *in vitro* (digestibilidade em pepsina 0,002%) e os coeficientes de digestibilidade de lisina e metionina, determinados *in vivo* (método de Sibbald). HAN E PARSONS (1991) também demonstraram alta correlação da digestibilidade em pepsina 0,002% com o método *in vivo*.

Quadro 7 - Coeficientes de metabolização da proteína (CM_{PB}) e digestibilidade em pepsina 0,002% (PD pep) das farinhas de vísceras

Alimento	PB (%)	CM_{PB} (%)	PD pep (%)
F. de vísceras aves 1	60,63	50,25	28,53
F. de vísceras aves 2	62,47	67,30	65,74
F. de vísceras aves 3	51,16	37,55	40,77
F. de vísceras aves 4	52,77	60,07	73,43
F. de vísceras aves 5	62,46	56,05	69,40
F. de vísceras mista 1	57,47	70,36	71,50
F. de vísceras mista 2	75,14	46,53	28,49
F. de vísceras suínos 1	48,27	41,73	68,67
F. de vísceras suínos 2	51,02	48,02	60,34
Média	57,93	53,10	56,32

Quadro 8 - Coeficientes de metabolização da proteína (CM_{PB}) e digestibilidade em pepsina 0,002% (PD pep) das farinhas de penas

Alimento	PB (%)	CM _{PB} (%)	PD pep(%)
F. de penas 1	84,69	36,23	30,80
F. de penas 2	85,52	35,85	19,23
F. de penas 3	88,54	44,42	34,49
F. de penas 4	91,51	39,26	31,92
F. de penas 5	79,55	30,19	21,75
F. de penas 6	81,97	47,82	27,12
Média	85,30	38,96	27,55

Quadro 9 - Correlação entre os métodos *in vitro* e *in vivo*¹

Método	Método <i>in vivo</i> (Método de Sibbald)			
	CDV Lis	CDV Met	CDV Met+Cis	CDV _{PB}
<i>In vitro</i>				
PD pep 0,002%	0,85*	0,83*	0,74*	0,31*

¹ Teste de Pearson.

*(P<0,001).

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis de nove farinhas de vísceras e seis farinhas de penas foi o objetivo deste trabalho, pois rações formuladas com alimentos não-convencionais, baseando-se em aminoácidos digestíveis, proporcionam melhores desempenho às aves.

Utilizou-se o método da alimentação forçada com galos Leghorn adultos cecectomizados. O período experimental foi de 92 horas, sendo 36 horas de jejum para o esvaziamento do trato gastrintestinal. Logo após, foram forçados a consumir 30 gramas do alimento teste, fornecidos em duas partes, para evitar que os galos regurgitassem o alimento fornecido. A ingestão do alimento foi feita, por meio de um funil, via esôfago até o papo. A coleta das excretas foi realizada durante 56 horas após o primeiro fornecimento do alimento teste, a cada 12 horas. Também foram mantidos galos em jejum, para a determinação das perdas aminoacídicas endógenas e metabólicas.

Com base nos resultados do experimento pode-se concluir que:

- 1 - As farinhas de vísceras apresentaram variações nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de 68,78 a 89,82%, com maior coeficiente de variação para o ácido aspártico e menor para a arginina.

- 2 - As farinhas de penas apresentaram variações nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de 30,82 a 91,83%, com maior coeficiente de variação para a cistina e menor para a arginina.
- 3 - A digestibilidade da proteína bruta em pepsina 0,002% (*in vitro*) apresentou alta correlação com as digestibilidades de lisina e metionina, estimadas pelo método de Sibbald (*in vivo*).

CAPÍTULO IV

EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA ESTIMAR VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E DE AMINOÁCIDOS DIGESTÍVEIS DAS FARINHAS DE PENAS E VÍSCERAS

1. INTRODUÇÃO

Para a formulação de rações mais eficientes, isto é, que atendam adequadamente as exigências nutricionais das aves de forma econômica, há necessidade de serem formuladas com adequados valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis dos alimentos.

LIMA(1996) afirmou que os maiores benefícios da formulações de rações baseadas no conteúdo de aminoácidos digestíveis são para dietas complexas - quando são incorporados às rações ingredientes alternativos, como as farinhas de vísceras e penas.

A determinação dos valores energéticos, bem como, do conteúdo digestível dos aminoácidos necessitam de ensaio biológico, que para as indústrias são considerados processos demorados, devido a alta rotatividade dos lotes dos alimentos usados para as formulações de rações. E ainda precisam de aparelhos de alto custo como a bomba calorimétrica para determinar a energia bruta e o analisador de aminoácidos. Portanto, o desenvolvimento de equações de predição baseando-se na composição química dos alimentos, seria uma alternativa para a

indústria na determinação dos valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis dos alimentos.

Segundo PENZ, JR. et al. (1999) a utilização de equações de predição para determinar o valor energético dos alimentos de origem animal é uma alternativa viável e prática para corrigir as alterações na composição química destes ingredientes, que são inerentes ao processo de produção e ajustam-se bem aos procedimentos de controle de qualidade de rotina.

Este trabalho teve como objetivo, obter equações de predição para estimar os valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras e de penas, em função da composição química e física dos alimentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As análises químicas, energéticas e físicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa. Primeiramente foram realizadas as análises de matéria seca (MS), nitrogênio (N), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca) e fósforo (P) das farinhas de vísceras e penas segundo as metodologias descritas por SILVA (1990). A energia bruta das mesmas farinhas foram determinados em bomba calorimétrica tipo "PARR"1271. A metodologia empregada para a digestibilidade em pepsina foi a descrita pelo AOAC (1995) com modificações na concentração de pepsina. Para estimar a granulometria através do diâmetro geométrico médio (DGM) utilizou-se da técnica modificada de ZANOTTO e BELLAVAR (1996).

Os aminogramas das farinhas de vísceras e penas foram realizados no Laboratório de Nutrição Animal da Ajinomoto.

Os valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras e penas utilizados, foram determinados em experimentos realizados na Universidade Federal de Viçosa.

2.1. Análises estatísticas

Foram estimadas equações de predição para os valores de energia metabolizável e conteúdo de aminoácidos digestíveis em função da composição química e física do alimento, e tendo como base os resultados dos valores

energéticos e aminoácidos digestíveis dos experimentos anteriores. As equações foram determinadas por regressões lineares múltiplas, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 1992).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios, máximos e mínimos de composição das farinhas de vísceras e penas que foram utilizados para estimar as equações de predição do conteúdo energético e de alguns aminoácidos são apresentados nos Quadros 1 e 2. Nestes quadros podemos observar a variação que há na composição desses alimentos. Segundo DOLZ e BLAS (1992) os produtos de origem animal possuem maior variação no conteúdo de proteína, gordura e cinza; pois depende da qualidade da matéria-prima inicial que é processada e da técnica para extração da gordura (pressão ou solvente).

DALE et al. (1993) afirmaram que as análises de proteína, extrato etéreo e matéria mineral demonstram a diversidade da qualidade desses produtos, sendo que a alta variação no conteúdo de matéria mineral pode refletir no uso de resíduos de incubatório nessas farinhas e a utilização de maior quantidade de gordura é para melhorar sua qualidade.

Quadro 1 - Composição química e física das farinhas de vísceras

Valores	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM ¹ (mm)	PEP ² (%)
Média	92,43	57,93	14,67	1,55	17,88	5,05	3,53	0,778	56,32
Máximo	95,17	75,14	17,41	2,44	19,49	12,03	6,50	1,387	73,43
Mínimo	89,75	48,27	10,94	0,56	19,80	2,78	1,99	0,488	28,49

Valores expressos com base na matéria-seca.

¹ Diâmetro geométrico médio.

² Digestibilidade em pepsina 0,002%.

Quadro 2 - Composição química e física das farinhas de penas

Valores	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM ¹ (mm)	PEP ² (%)
Média	89,90	85,30	4,91	0,48	2,36	0,35	1,63	0,788	27,55
Máximo	90,87	91,51	11,22	0,75	3,82	0,76	3,13	1,186	34,49
Mínimo	88,90	81,97	1,48	0,26	1,56	0,02	1,05	0,393	19,23

Valores expressos com base na matéria-seca.

¹ Diâmetro geométrico médio.

² Digestibilidade em pepsina 0,002%.

As equações de predição são uma ferramenta prática na estimação do conteúdo de energia metabolizável dos alimentos, sendo que, para a determinação desses valores *in vivo*, é necessário realizar o ensaio biológico e ainda dispor de uma bomba calorimétrica, que nem sempre estão disponíveis nas indústrias brasileiras. Estimaram-se equações de predição para energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) para a farinha de penas, estimadas a partir da composição química, física e digestibilidade em pepsina 0,002%. As equações foram escolhidas pelo seu coeficiente de determinação, bem como pelo teste de T, com significância de 5% de probabilidade para cada variável que compõe a equação (Quadros 3 e 4).

No Quadro 3 pode ser observado que a variável fósforo (P) está presente em todas as equações, sendo a variável de maior correlação do modelo e apresentando sempre correlação negativa.

Quadro 3 - Estimativas dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), a partir da composição química e física das farinhas de penas

Constante	Equações						R ²
	PB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM ¹ (mm)	
4.585,53	-10,435	+14,5687			-267,305		0,96
4.636,21	-10,104			+249,48	-324,891		0,94
3.704,25		+13,7122		+217,00	-316,286		0,94
3.557,50		+15,1267			-243,590	+122,422	0,94
3.648,98			110,658		-355,124		0,94
3.662,83		+20,3201			-264,639		0,92
5.110,93	-15,783				-26,5898		0,91
3.502,40					-220,986	+239,806	0,90
3.754,73					-259,788		0,82

*(P<0,05)

¹ Diâmetro geométrico médio.

Quadro 4 - Estimativas dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), a partir da composição química e física das farinhas de penas

Constante	Equações						R ²
	PB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM ¹ (mm)	
2.928,39			+75,5209	-676,868		+600,986	0,98
3.553,27			+124,254		-307,156		0,96
3.041,64		+7,6521		-469,885		+544,717	0,94
3.362,99		+4,8637			-157,129	+272,782	0,93
3.063,60	-0,5263				-150,738	+306,360	0,93
3.036,42				-431,089		+581,955	0,93
3.345,27					-149,861	+310,525	0,93
3.696,99				+470,042	-315,396		0,91
3.597,68		+16,4358			-204,029		0,83
4.475,81	-9,3543				-203,727		0,77
3.672,02					-200,105		0,72

*(P<0,05)

¹ Diâmetro geométrico médio.

A equação com maior coeficiente de determinação ($R^2=0,96$) têm como variáveis: proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fósforo (P).

Para o conteúdo de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) as equações que apresentaram maiores coeficientes de determinação, tem como variáveis: matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e diâmetro geométrico médio (DGM) sendo o $R^2=0,98$ e matéria mineral (MM) e fósforo (P) com o $R^2=0,96$.

Quando restringiu-se o modelo para uma única variável, observou-se que tanto para EMA como para EMAn, a melhor variável para estimar esses valores foi o P.

A variável diâmetro geométrico médio teve uma correlação positiva nas equações, provavelmente as farinhas de penas e vísceras utilizadas estão classificadas numa granulometria média.

DOLZ e BLAS (1992) verificando o valor energético de farinha de carne e ossos e estimando equações de predição para este valor, observaram que maiores correlações com o valor de EMAn foi encontrado para EB (0,94), MM (0,85), EE (0,60) e PB (0,71). Verificando ainda, maior coeficiente de determinação da equação quando utilizaram como variáveis independentes a PB e EE, considerando essas variáveis como as de maiores contribuições para o conteúdo energético da farinha de carne e ossos.

Para se comparar os resultados dos valores de EMAn das farinhas de penas obtidos pelo ensaio de metabolismo e os estimados pelas equações, são demonstrados no Quadro 5 o conteúdo energético observado e os estimados por três equações, sendo que, as equações foram escolhidas pelo seu coeficiente de determinação. Observou-se que a medida que o coeficiente de determinação das equações diminuem a soma de quadrados dos desvios é aumentada.

No Quadro 6 são mostradas as equações do conteúdo dos aminoácidos digestíveis lisina, metionina+cistina, cistina e treonina da farinha de penas. Para o conteúdo de lisina digestível foi verificado alta correlação com a digestibilidade em pepsina 0,002%. Obteve-se maior coeficiente de determinação ($R^2=0,99$) para a equação que contém as variáveis matéria mineral (MM), diâmetro geométrico médio (DGM) e digestibilidade em pepsina (PEP). Essas

variáveis também foram as melhores para estimar o conteúdo de Met+Cis digestível.

O conteúdo de cistina digestível foi melhor estimado pelas variáveis cálcio (Ca), fósforo (P) e diâmetro geométrico médio (DGM), apresentando um coeficiente de determinação de 99%.

Várias equações com coeficientes de determinação elevados (99%) foram obtidas para o conteúdo de treonina digestível, todas com ótimos coeficientes de determinação, em que o diâmetro geométrico médio (DGM) apresentou alta correlação com o conteúdo de treonina digestível. Portanto, para o conteúdo de treonina digestível da farinha de penas, apenas as variáveis Ca e DGM proporcionaram estimativa adequada.

Escolheu-se uma equação para estimar o conteúdo dos aminoácidos lisina, metionina+cistina, cistina e treonina da farinha de penas, e no Quadro 7 são mostrados os valores observados no ensaio biológico e os estimados pelas equações.

Quadro 5 - Valores de EMAn (kcal/kg) das farinhas de penas observados e estimados a partir das equações

		Equações			R ²
		EMAn 1 = 2.928,39 + 75,5209*MM - 676,868*Ca + 600,986*DGM			0,98
		EMAn 2 = 3.553,27 + 124,254*MM - 307,156*P			0,96
		EMAn 3 = 3.041,64 + 7,6521*EE - 469,885*Ca + 544,717*DGM			0,94
Alimento	Observado	Estimado			
	EMAn	EMAn 1	EMAn 2	EMAn 3	
F. Penas 1	3.077	3.082	3.067	3.068	
F. Penas 2	3.264	3.281	3.277	3.345	
F. Penas 3	3.490	3.512	3.452	3.499	
F. Penas 4	3.291	3.300	3.351	3.267	
F. Penas 5	3.371	3.327	3.342	3.344	
F. Penas 6	3.580	3.573	3.587	3.553	
Média	3.345	3.346	3.346	3.346	
Σ d ²		2.864	6.203	8.757	
Média d ²		477,33	1.033,83	1.459,5	

Quadro 6 - Equações de predição dos valores de lisina, metionina+cistina, cistina e treonina digestíveis verdadeiros, a partir da composição das farinhas de penas

Constante	Equações*							R ²
	PB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM ¹ (mm)	PEP ² (%)	
Lisina digestível								
0,1394			+0,1064			+0,4345	+0,0311	0,99
0,5424				+0,9935	-0,2268		+0,0389	0,98
0,2011						+0,4897	+0,0364	0,88
0,1641		+0,0413					+0,0444	0,87
Metionina+Cistina digestível								
-0,7131			+0,4205			+1,0728	+0,0162	0,98
-0,3344			+0,4532			+1,0612		0,95
0,3806			+0,5048					0,69
Cistina digestível								
-6,0286	-0,0149			-10,0909	+3,9173	+6,9433		0,99
-6,2040				-8,3758	+3,3468	+5,9822		0,99
-1,3514			-0,1282		+0,5396	+0,8783	+0,0416	0,99
-1,1252					+0,3962	+0,6513	+0,0374	0,97
Treonina digestível								
2,6332			+0,0031	-0,5802		+0,4461	-0,0007	0,99
2,6337				-0,5702		+0,4453	-0,5702	0,99
2,6180				-0,5705		+0,4452		0,99
2,7164				-0,4352	-0,0476	+0,3593		0,99

*P<0,05 pelo teste de T.

¹ Diâmetro geométrico médio.

² Digestibilidade em pepsina 0,002%.

Quadro 7 - Valores observados e estimados do conteúdo de lisina digestível (Lis), metionina+cistina digestível (Met+Cis), cistina digestível (Cis) e treonina digestível (Tre) das farinhas de penas

Equações		R ²
Lisina digestível		
Lis = 0,1394 + 0,1064*MM + 0,4345*DGM + 0,0311*PEP		0,99
Metionina+Cistina digestível		
Met+Cis = -0,7131 + 0,4205*MM + 1,0728*DGM + 0,0162* PEP		0,98
Cistina digestível		
Cis = -6,2040 - 8,3758*Ca + 3,3468*P + 5,9822*DGM		0,99
Treonina digestível		
Tre = 2,6180 - 0,5705*Ca + 0,4452*DGM		0,99

Alimento	Valores observados				Valores estimados			
	Lis	Met+Cis	Cis	Tre	Lis	Met+Cis	Cis	Tre
Farinha de penas 1	1,85	2,21	1,68	2,56	1,78	2,07	1,68	2,47
Farinha de penas 2	1,27	1,39	1,00	2,77	1,22	1,05	0,75	2,77
Farinha de penas 3	1,93	1,82	1,34	2,93	1,86	1,72	1,34	2,93
Farinha de penas 4	1,45	1,32	0,86	2,68	1,51	1,06	0,87	2,78
Farinha de penas 5	1,31	1,40	0,90	2,80	1,31	1,14	0,69	2,80
Farinha de penas 6	1,85	1,60	1,05	2,89	1,85	2,39	1,07	2,88
Média	1,61	1,62	1,14	2,77	1,59	1,57	1,07	2,77
Σ d ²					0,0165	0,9065	0,1096	0,0194
Média d ²					0,0027	0,1511	0,0183	0,0032

PEP - Digestibilidade em pepsina 0,002%

As equações estimadas para os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) para a farinha de vísceras à partir da composição química, física e digestibilidade em pepsina 0,002% são apresentados nos Quadros 8 e 9.

A equação com maior coeficiente de determinação ($R^2=0,99$) teve como variáveis PB, EE, MM, Ca, P e digestibilidade em pepsina 0,002%. Retirando a variável digestibilidade em pepsina por ser uma análise que requer tempo, o coeficiente de determinação diminuiu para 95%, tendo na equação variáveis mais simples de serem realizadas como: PB, MM, Ca e P.

As equações estimadas para o valor de EMAn tiveram coeficientes de determinação menores que os das equações estimadas para EMA. O maior coeficiente de determinação encontrado ($R^2=0,89$) foi para as equações que continham variáveis de análises menos freqüentes (diâmetro geométrico médio e digestibilidade em pepsina 0,002%), como alternativa por variáveis que possuem análises mais simples como PB, MM, Ca e P obteve-se uma equação com $R^2=0,87$.

A variável MM foi a que apresentou maior correlação tanto para EMA como para EMAn. Resultados semelhantes foram encontrados por PESTI et al. (1986), os autores comentaram que a matéria mineral está correlacionada com o conteúdo de energia bruta e cálcio presente na amostra, e que, o cálcio interfere na utilização da energia bruta pelas aves, devido a formação de cálcio insolúvel, formando sabão no intestino. Verificaram ainda maior correlação no valor de energia metabolizável para a farinha de vísceras, quando a equação continha as variáveis MM, Ca e EB.

DALE et al. (1993) encontraram que as melhores variáveis de composição para prever o valor de EMAn foram MM e EE.

São apresentados no Quadro 10 os valores de EMAn das farinhas de vísceras obtidas pelo ensaio de metabolismo no Capítulo II e os valores estimados por três equações, sendo que, as equações foram escolhidas pelo seu coeficiente de determinação. Observou-se que a medida que o coeficiente de determinação das equações diminuem a média dos desvios é aumentada.

Quadro 8 - Estimativas dos valores de energia metabolizável aparente (EMA), a partir da composição química e física das farinhas de vísceras

Constante	Equações							R ²
	PB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	PEP ¹ (%)	DGM ² (MM)	
8.769,22	-66,7803	-40,2838	-105,513	-167,283	+331,942	+10,342		0,99
7.247,47	-50,9903		-92,1937	-179,363	+342,132	+7,4322		0,98
7.177,55	-48,2705		-83,5151	-211,959	+438,618			0,95
3.741,94			-44,0289	-175,826	+367,981			0,87
4.503,87			-61,5092			+9,4196	-732,151	0,93
4.913,51			-51,2132				-813,391	0,85
7.994,32	+60,2819						-1.190,92	0,83
4.175,28			-45,3221					0,68

*(P<0,05)

¹ Digestibilidade em pepsina 0,002%.

² Diâmetro geométrico médio.

Quadro 9 - Estimativas dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), a partir da composição química e física das farinhas de vísceras

Constante	Equações						R ²
	PB (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM (mm)	PEP ¹ (%)	
7.669,37	-55,154	-78,2412	-264,726	+471,567			0,87
4.592,56		-45,6345	-135,306	+273,728	-844,303		0,89
4.723,02		-60,5854			-1040,3	+10,1511	0,89
3.743,82		-33,1242	-223,441	+390,857			0,77
5.164,48		-49,4898			-1127,85		0,81
1.071,19	+60,7283				1525,74		0,85

*(P<0,05)

¹ Digestibilidade em pepsina 0,002%.

Quadro 10 - Valores de EMAn (kcal/kg) das farinhas de vísceras observado e os estimados a partir das equações

		Equações			R ²
		EMAn 1 = 7.669,37 - 55,154*PB - 78,2412*MM - 264,726*Ca + 471,567*P			0,87
		EMAn 2 = 4.592,56 - 45,6345*MM - 135,306*Ca - 273,728*P - 844,303*DGM			0,89
		EMAn 3 = 4.723,02 - 60,5854*MM - 1040,3*DGM + 10,1511*PEP			0,89

Alimento	Observado EMAn	Estimado		
		EMAn 1	EMAn 2	EMAn 3
F. vísceras aves 1	3.966	4.009	4.005	4.079
F. vísceras aves 2	4.170	3.988	4.105	4.027
F. vísceras aves 3	3.056	3.253	3.194	2.851
F. vísceras aves 4	3.470	3.153	3.134	3.330
F. vísceras aves 5	3.825	3.993	3.869	3.800
F. vísceras mista 1	3.383	3.186	3.337	3.512
F. vísceras mista 2	3.433	3.495	3.455	3.389
F. vísceras suínos 1	2.693	2.667	2.590	2.643
F. vísceras suínos 2	2.619	2.875	2.930	2.988
Média	3.402	3.402	3.402	3.402
$\sum d^2$		311.267	249.913	252.802
Média d ²		34.585,22	27.768,11	28.089,11

No Quadro 11 são mostradas as equações para estimar o conteúdo de lisina, metionina, metionina+cistina e treonina digestíveis da farinha de vísceras. Para o conteúdo de lisina digestível da farinha de vísceras a digestibilidade em pepsina 0,002% teve menor correlação comparado a farinha de penas.

Como a finalidade das equações de predição é praticidade, o ideal seria menor número de variáveis na equação, sendo elas de fácil determinação e rotineiramente efetuadas no laboratório para a formulação de ração.

As variáveis que melhor estimaram o conteúdo de lisina digestível da farinha de vísceras foram: fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), fósforo (P), diâmetro geométrico médio (DGM) e digestibilidade em pepsina (PEP), com R² de 0,98. Para estimar o conteúdo da metionina digestível da farinha de vísceras com maior precisão, também foram necessárias várias variáveis (PB, EE, MM, Ca, P e PEP) na equação.

Na estimação do conteúdo de metionina+cistina e treonina digestíveis com apenas uma variável na equação (PB) obteve-se coeficientes de determinação de 0,95 e 0,96 respectivamente.

Foram escolhidas as melhores equações por meio dos seus coeficientes de determinação, e no Quadro 12 são apresentados os valores observados pelo ensaio biológico e valores estimados pelas equações para o conteúdo de lisina, metionina, metionina+cistina e treonina digestíveis da farinha de vísceras.

Quadro 11 - Equações de predição dos valores de lisina, metionina, metionina+cistina e treonina digestíveis verdadeiros, a partir da composição das farinhas de vísceras

Constante	Equações*								R ²
	PB (%)	FB (%)	EE (%)	MM (%)	Ca (%)	P (%)	DGM ¹ (mm)	PEP ² (%)	
Lisina digestível									
1,9121		+0,4659		-0,0285	-0,1993	+0,3514	-0,5393	+0,0106	0,98
1,2301		+0,6864		-0,2731	-0,2708	+0,4565		+0,0086	0,94
1,2658		+0,8236		-0,0251	-0,3145	+0,5750			0,94
1,3784		+0,5578			-0,3235	+0,5456			0,90
Metionina digestível									
3,2354	-0,0256		-0,0423	-0,0351	-0,0667	+0,1172		+0,0051	0,98
2,3370	-0,0242	+0,251		-0,0347	-0,1323	+0,2362			0,98
3,0639	-0,0179		-0,0639	-0,0343				+0,007	0,89
5,7032		+0,3075		-0,017	-0,0116	+0,2017			0,86
1,8309			-0,0668	-0,0188				+0,0063	0,82
Metionina + Cistina digestível									
0,5172	+0,0289		-0,0454	-0,0146	-0,0266		+0,3842		0,99
-0,7893	+0,0466		-0,0361		-0,0231		+0,2144		0,99
-1,0708	+0,0509		-0,0257		-0,0140				0,98
-1,2244	+0,0542		-0,0331						0,98
-1,5943	+0,0522								0,95
Treonina digestível									
-0,5831	+0,0494		-0,0315		+0,0444	-0,1250		0,0027	0,99
-0,4163	+0,0465		-0,0262		+0,0257	-0,0773			0,99
-0,4363	+0,0444		-0,0179			-0,0348			0,98
-0,5732	+0,0427					-0,0421			0,98
-0,9321	+0,0463								0,96

*P<0,05 pelo teste de T.

¹ Diâmetro geométrico médio.

² Digestibilidade em pepsina 0,002%.

Quadro 12 - Valores observados e estimados do conteúdo de lisina digestível (Lis), metionina digestível (Met), metionina+cistina digestível (Met+Cis) e treonina digestível (Tre) das farinhas de vísceras

Equação		R ²
Lisina digestível		
Lis = 1,9121 + 0,4659*FB - 0,0285*MM - 0,1993*Ca + 0,3514*P - 0,5393*DGM + 0,0106*PEP		0,98
Metionina digestível		
Met = 2,3370 - 0,0242*PB + 0,251*FB - 0,0347*MM - 0,1323*Ca + 0,2362*P		0,98
Metionina + Cistina digestível		
Met+Cis = -0,7893 + 0,0466*PB - 0,0361*EE - 0,0231*Ca + 0,2144*DGM		0,99
Treonina digestível		
Tre = -0,4163 + 0,0465*PB - 0,0262*EE + 0,0257*Ca - 0,0773*P		0,99

Alimento	Valores Observados				Valores Estimados			
	Lis	Met	Met+Cis	Tre	Lis	Met	Met+Cis	Tre
F. vísceras aves 1	2,42	1,04	1,65	1,93	2,43	1,05	1,56	1,94
F. vísceras aves 2	3,18	1,08	1,58	1,95	3,18	1,09	1,66	1,93
F. vísceras aves 3	2,35	0,85	1,25	1,46	2,39	0,84	1,25	1,53
F. vísceras aves 4	2,56	0,83	1,19	1,60	2,62	0,79	1,21	1,55
F. vísceras aves 5	3,12	1,11	1,66	1,87	3,09	1,12	1,65	1,89
F. vísceras mista 1	2,96	1,00	1,46	1,83	3,00	0,99	1,45	1,78
F. vísceras mista 2	1,79	0,66	2,31	2,52	1,79	0,66	2,32	2,54
F. vísceras suínos 1	1,94	0,58	0,80	1,18	1,98	0,56	0,80	1,20
F. vísceras suínos 2	2,49	0,65	0,96	1,38	2,35	0,72	0,99	1,39
Média	2,53	0,87	1,43	1,75	2,54	0,87	1,43	1,75
∑ d ²					0,0279	0,0072	0,0161	0,0105
Média d ²					0,0031	0,0008	0,0018	0,0012

PEP - Digestibilidade em pepsina 0,002%.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

As equações de predição baseando-se na composição dos alimentos, é uma alternativa para a indústria na determinação da digestibilidade dos alimentos, sendo que, obter equações de predição para os valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras e de penas foram os objetivos desse trabalho. Entretanto, foram estimadas em função da composição química e física de nove farinhas de vísceras e seis farinhas de penas, tendo como base os resultados dos valores de energia e aminoácidos digestíveis dos experimentos anteriores.

Maior coeficiente de determinação (0,98) foi encontrado para a equação estimando o valor de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) para a farinha de penas com as variáveis matéria mineral, cálcio e diâmetro geométrico médio e para a farinha de vísceras com as variáveis matéria mineral, cálcio, fósforo e diâmetro geométrico médio com coeficiente de determinação de 0,89. Altos coeficientes de determinação também foram verificados para as equações de predição dos valores de alguns aminoácidos digestíveis.

Com os resultados deste trabalho pode-se concluir:

- 1 - As equações de predição proporcionam estimativa dos valores de energia metabolizável aparente corrigida adequados para as farinhas de penas e vísceras.
- 2 - Os aminoácidos lisina, metionina, cistina e treonina também foram adequadamente estimados pelas equações de predição, tanto para farinha de penas como para a farinha de vísceras.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos nos experimentos desse trabalho, pode-se concluir que:

- ocorre uma variação na composição química e física das farinhas de vísceras e de penas, proporcionando diferentes valores energéticos, bem como nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e no conteúdo dos aminoácidos digestíveis das mesmas;
- as diferentes metodologias utilizadas na determinação do valor da energia metabolizável dos alimentos promovem variações nos resultados;
- a digestibilidade em pepsina 0,002% apresentou alta correlação com digestibilidade de lisina e metionina das farinhas de vísceras e penas;
- as equações de predição para estimar o valor energético e o conteúdo de aminoácidos digestíveis dos alimentos são adequadas; e
- as farinhas de vísceras e de penas podem ser utilizadas na alimentação de aves, desde que se conheçam a sua composição química, física e sua digestibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** Viçosa: UFV, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- 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, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996. p.303-318.
- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., FONSECA, J.B. Tabela de composição de alimentos concentrados - V. Valores de composição química e de energia determinados com aves em diferentes idades. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.10, n.1, p.133-146, 1981.
- ALBINO, L.F.T., FERREIRA, A. S., FIALHO, E.T. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.11, n.2, p.207-220, 1982.
- ALBINO, L.F.T., COELHO, M.G.R., RUTZ, F. Valores energéticos de alguns alimentos determinados em aves jovens e adultas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1986, Campo Grande - MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 1986. p.70.
- ALBINO, L.F.T., FIALHO, E.T., BLUME, E. Energia metabolizável e composição química de alguns alimentos para frangos de corte. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.15, n.3, p.184-192, 1986.

- ALBINO, L.F.T., ROSTAGNO, H.S., TAFURI, M.L. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.21, n.6, p.1047-1057, 1992.
- ANFAR (1998) - **Matérias-primas para alimentação animal** - PADRÃO, Sincerações/ ANFAR, 1998.
- AOAC - In: **Official Methods of Analysis of AOAC International**, 16.ed. Cap.4, p.15-16, 1995.
- AZEVEDO, D.M.S. **Fatores que influenciam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. Viçosa - MG: UFV, 1997. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- BAKER, D.H., BLITENTHAL, R.C., BOEBEL, K.P. Protein amino acid evaluation os steam processes feather meal. **Poult. Sci.**, v.60, p.1865-1872, 1981.
- BELLAVER, C. Metodologias para determinação do valor das proteínas e utilização de valores disponíveis nas dietas de não ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá, 1994. **Anais ...** Maringá: SBZ, 1994. p.1-23.
- BELLAVER, C., EASTER, R.A. Performance of pigs fed diets formulated on the basis of amino acid digestibility. **J. Anim. Sci.**, v.67, p.241-250, 1989.
- BRAGG, D.B., IVY, C.A., STEPHENSON, E.L. Methods for determining amino acid availability of feeds. **Poult. Sci.**, v.48, p.2135-2137, 1969.
- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte**. Viçosa - MG: UFV, 1996. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CHIBA, L.I., IVEY, H.W., CUMMINS, K.A. Hydrolyzed feather meal as a source of amino acids for finisher pigs. **Anim. Feed Sci. and Techn.**, v.57, p.15-24, 1996.

- DALE, N. La utilización de los subproductos de la industria avícola. **Revista Indústria Avícola**, p.24-28, abril 1997.
- DALE, N., FANCHER, B., ZUMBADO, M. Metabolizable energy content of poultry offal meal. **J. Appl. Poultry Res.**, v.2, p.40-42, 1993.
- DOLZ, S., BLAS, C. Metabolizable energy of meat and bone meal from spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. **Poult. Sci.**, v.71, p.316-322, 1992.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia, 1991. 97p.
- ESCALONA, R.R., PESTI, G.M. Nutritive value of poultry by-product meal. 3. Incorporation into practical diets. **Poult. Sci.**, v.66, p.1067-1070, 1987.
- FARREL, D.J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **Brit. Poult. Sci.**, v.19, 303-308, 1978.
- FARREL, D.J., THOMSON, E., PREEZ, J.J. The estimation of endogenous excreta and the measurement of metabolizable energy in poultry feedstuffs using four feeding systems, four assay methods and four diets. **Brit. Poult. Sci.**, v.32, p.483-499, 1991.
- FISCHER, C., McNAB, J.M. Techniques for determining the metabolizable energy content of poultry feeds. In: COLE, D.J.A., HAZELSIGN, W. (Eds.) **Recent developments in poultry nutrition**. Butterworths, 1989. p.54-69.
- FONOLLA, J., PRIETO, C., SANZ, R. Influence of age on the nutrient utilization of diets for broilers. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.6, p.405-411, 1981.
- HAN, Y., HOCHSTETLER, H.W., SCOTT, M.L. Metabolizable energy values of some poultry feeds determined by various methods and their estimation using metabolizability of the dry matter. **Poult. Sci.**, v.55, p.1335-1342, 1976.
- HAN, Y., PARSONS, C.M. Determination of available amino acids and energy in alfalfa meal, feather meal and poultry by-product meal by various methods. **Poult. Sci.**, v.69, p.1544-1552, 1990.

- HAN, Y., PARSONS, C.M. Protein and amino acid quality of feather meals. **Poult. Sci.**, v.70, p.812-822, 1991.
- HAQUI, A.K.M.A., LYONS, J.J., VANDEPOPULIERE, J.M. Extrusion processing of broiler starter diets containing ground whole beans, poultry by-product meal, feather meal, or ground feathers. **Poult. Sci.**, v.70, p.234-240, 1991.
- HILL, F.W., ANDERSON, D.L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **J. Nut.**, v.64, p.587-603, 1958.
- HILL, F.W., ANDERSON, D.L., RENNER, R., et al. Studies on the metabolizable energy of grain and grain product for chickens. **Poult. Sci.**, v.39, p.573-579, 1960.
- LATSHAM, J.D. Quality of feather meal as affected by feather processing conditions. **Poult. Sci.**, v.69, p.953-958, 1990.
- LESSIRE, M., LECLERCQ, B., CONAN, L. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. **Poult. Sci.**, v.64, p.1721-1728, 1985.
- JORGE NETO, G. Qualidade nutricional do subproduto de graxaria avícola. Abate e Processamento de frangos. **Coleção FACTA**, p.119-128, 1994.
- LIMA, I.L. Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais ... Viçosa**, 1996. p.389-402.
- LIMA, I.L., SILVA, D.J., ROSTAGNO, H.S. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.18, n.6, p.546-556, 1989.
- LIU, J.K., WAIBEL, P.E., NOLL, S.L. Nutritional evaluation of blood meal and feather meal for turkeys. **Poult. Sci.**, v.68, p.1513-1518, 1989.
- MARCH, B.E., SMITH, T., EL-LAKANY, S. Variation in estimates of the metabolizable energy value of rapeseed meal determined with chickens of different ages. **Poult. Sci.**, v.52, p.614-618, 1973.

- MARTOSISWOYO, A.W., JENSEN, L.S. Available energy in meat and bone meals as measured by different methods. **Poult. Sci.**, v.67, p.280-293, 1988.
- McCASLAND, W.M.E., RICHARDSON, L.R. Methods for determining the nutritive value of feather meals. **Poult. Sci.**, v.45, p.1231-1236, 1966.
- MARTOSISWOYO, A.W., JENSEN, L.S. Available energy in meat and bone meal as measured by different methods. **Poult. Sci.**, v.67, p.280-293, 1988.
- MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTZ, N.W. **The metabolizable energy of feeds ingredient for chickens**. Storrs: University of Connecticut - Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry** (9th ed.). National Academy Press, Washington, D.C, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1998. **Nutrient requirements of swine** (10th ed.). National Academy Press, Washington, D.C, 1998.
- NOY, Y, SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chicks. **Poult. Sci.**, v.74, p.366-373, 1995.
- PAPADOPOULOS, M.C., BOUSHY, A.R., KETELAARS, E.H. Effect of different processing conditions on amino acid digestibility of feather meal determined by chick assay. **Poult. Sci.**, v.64, p.1729-1741, 1985.
- PAPADOPOULOS, M.C., BOUSHY, A.E., ROODBEEN, A.E. Effects of processing time and moisture content on amino acid composition and nitrogen characteristics of feather meal. **Anim. Feed Sci. and Techn.**, v.14, p.279-290, 1986.
- PATTERSON, P.H., ACAR, N., CLEMAN, W.C. Feeding value of poultry by-products extruded with cassava, barley, and wheat middlings for broiler chicks: The effect of ensiling poultry by-products as a preservation method prior to extrusion. **Poult. Sci.**, v.73, p.1107-1115, 1994.
- PARSONS, C.M., POTTER, L.M., BLIS, B.A. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. **Poult. Sci.**, v.61, p.2241-2246, 1982.

- PARSONS, C.M. Digestibility of amino acids in feedstuffs for poultry. In: MARILAND NUTRITION CONFERENCE, 1990. Mariland. **Anais ...** Mariland, 1990. p.22-29.
- PARSONS, C.M. Broiler feed formulation on a digestible amino acid basis. In: LATIN AMERICAN POULTRY CONGRESS, 12, 1991. **Anais...** Quito, 1991. p.1-8.
- PARSONS, C.M. Use of pepsina digestibility, multienzyme pH change and protein solubility assays to predict in vivo quality of feedstuffs. In: FULLER, M.F. (Ed.) **In vitro digestion for pigs and poultry**. CAB International, 1991. p.105-115.
- PESTI, G.M., FAUST, L.O., FULLER, H.L. Nutritive value of poultry by-product meal. 1. Metabolizable energy values as influenced by method of determination and level of substitution. **Poult. Sci.**, v.65, p.2258-2267, 1986.
- PENZ JR., A.M., KESSLER, A.M., BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas, SP, p.1-24.
- POTTER, L.M., MATTERSON, L.D., ARNOLD, W. Studies in evaluating energy content of feeds for the chick.1. The evaluation of the metabolizable energy and productive energy of alpha-cellulose. **Poult. Sci.**, v.30, p.1166-1171, 1960.
- PUPA, J.M.R. **Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados**. Viçosa, MG: UFV, 1995, 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- PUPA, J.M.R., LEÃO, M.I., CARVALHO, A.U. Cecectomia em galos sob anestesia local e incisão abdominal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.50, n.5, p. 531-535, 1998.
- ROSTAGNO, H.S., QUEIROZ, A.C., COSTA, P.M.A. Energia metabolizável do milho e do sorgo com diferentes conteúdo de tanino. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.6, n.2, p. 304-318, 1977.

- ROSTAGNO, H.S., FEATHERSTON, W.R. Estudos de métodos para determinar disponibilidade de aminoácidos com pintos. **R. Soc. Bras. Zootec.**, v.6, n.1, p. 64-76, 1977.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 1990. p.11-30.
- ROSTAGNO, H.S., PUPA, J.R.M., PACK, M. Diet formulation for broiler based on total versus digestible amino acids. **J. App. Poult. Res.**, v.4, p.293-299, 1995.
- ROSTAGNO, H.S., BARBARINO JR, P., BARBOZA, W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais ...** Viçosa, MG, 1996. p.361-388.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- RUTZ, F., PENZ JR, A.M., ROLL, V.F.B. Tendências em nutrição de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV - EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Concórdia. **Anais...** Concórdia - SC, 1999. p.66-98.
- SIBBALD, I.R., SUMMERS, I.D., SLINGER, S.J. Factores affecting the metabolizable energy content of poultry feedstuffs. **Poult. Sci.**, v.44, p.544-556, 1960.
- SIBBALD, I.R., SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings wich demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poult. Sci.**, v.59, p.1275-1279, 1963.
- SIBBALD, I.R. The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. **Poult. Sci.**, v.54, p.1990-1997, 1975.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poult. Sci.**, v.55, p.303-308, 1976.

- SIBBALD, I.R. The effects of the age of the assay bird on the true metabolizable energy values of feedingstuffs. **Poult. Sci.**, v.57, n.1, p.1012, 1978.
- SIBBALD, I.R., WOLYNETZ, M.S. Relationships between estimates of bioavailable energy made with adult cockerels and chicks: effects of feed intake na nitrogen retention. **Poult. Sci.**, v.64, p.127-138, 1985.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 1990. 165p.
- TITUS, H.W., MEHRING JR., A.L., JOHNSON JR., D. An evaluation of M.C.F. (Micro-Cel-Fat), a new type of fat product. **Poult. Sci.**, v.38, p.1114-1119, 1959.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Central de Processamento de Dados - UFV/CPD. SAEG - **Sistema de Análise Estatística e Genética**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 59p.
- WANG, X., PARSONS, C.M. Effect of processing systems on protein quality of feather meals and hog hair meals. **Poult. Sci.**, v.76, p.491-496, 1997.
- WANG, X., PARSONS, C.M. Dietary formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acids basis. **Poult. Sci.**, v.77, p.1010-1015, 1998.
- ZANOTTO, D.L., BELLAVAR, C. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. **Comunicado Técnico** - EMBRAPA - CNPSA, 1996. 5p.

APÊNDICE

APÊNDICE

Quadro 1 - Descrição das farinhas de vísceras e penas

Alimentos	Descrição
F. vísceras aves 1	Elaborada a partir de vísceras, cabeças, pés, moela, intestinos e pulmões, carcaças e partes condenadas
F. vísceras aves 2	Elaborada a partir de vísceras, cabeças, pés, moela, intestinos e pulmões, carcaças e partes condenadas
F. vísceras aves 3	Elaborada a partir de vísceras, cabeças, pés, moela, intestinos e pulmões, carcaças e partes condenadas
F. vísceras aves 4	Elaborada a partir de vísceras, ossos e gordura de aves
F. vísceras aves 5	Elaborada a partir de vísceras, ossos e gordura de aves
F. vísceras mista 1	Elaborado a partir de vísceras de aves e suínos e gordura de aves e suínos
F. vísceras mista 2	Elaborado a partir de vísceras de aves e gordura de aves e suínos e penas
F. vísceras suínos 1	Elaborado a partir de gordura, vísceras e ossos de suínos
F. víscera suínos 2	Elaborado a partir de de gordura, vísceras e ossos de suínos
F. penas 1	Elaborado à base de penas, sangue e cascos de suínos
F. penas 2	Elaborado à base de penas, sangue e cascos de suínos
F. penas 3	Elaborado à base de penas, sangue e cascos de suínos
F. penas 4	Elaborado à base de penas, sangue e carnes
F. penas 5	Elaborado à base de penas, sangue e carnes
F. Penas 6	Elaborado à base de penas, sangue, pulmão e carnes

Equações utilizadas para os cálculos de energia metabolizável

2.5.1 - Energia Metabolizável - Metodologia Tradicional

- Energia Metabolizável Aparente (EMA)

$$EMA_{RR} = \frac{EB \text{ ing} - EB \text{ exc}}{MS \text{ ing}}$$

$$EMA_{RT} = \frac{EB \text{ ing} - EB \text{ exc}}{MS \text{ ing}}$$

$$EMA_{ALIM} = EMA_{RR} + \frac{EMA_{RT} - EMA_{RR}}{\% \text{ subst.}}$$

- Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn)

$$EMAn_{RR} = \frac{(EB \text{ ing} - EB \text{ exc}) \pm 8,22 * BN}{MS \text{ ing}}$$

$$EMAn_{RT} = \frac{(EB \text{ ing} - EB \text{ exc}) \pm 8,22 * BN}{MS \text{ ing}}$$

$$EMAn_{ALIM} = EMAn_{RR} + \frac{EMAn_{RT} - EMAn_{RR}}{\% \text{ subst.}}$$

$$BN = N \text{ ing} - N \text{ exc}$$

- Energia Metabolizável Verdadeira (EMV)

$$EMV_{RR} = \frac{EB \text{ ing} - (EB \text{ exc} - EB \text{ end})}{MS \text{ ing}}$$

$$EMV_{RT} = \frac{EB \text{ ing} - (EB \text{ exc} - EB \text{ end})}{MS \text{ ing}}$$

$$EMV_{ALIM} = EMV_{RR} + \frac{EMV_{RT} - EMV_{RR}}{\% \text{ subst.}}$$

- Energia Metabolizável Verdadeira Corrigida (EMVn)

$$EMVn_{RR} = \frac{EB_{ing} - (EB_{exc} - EB_{end}) \pm 8,22 * BNV}{MS_{ing}}$$

$$EMVn_{RT} = \frac{EB_{ing} - (EB_{exc} - EB_{end}) \pm 8,22 * BNV}{MS_{ing}}$$

$$EMVn_{ALIM} = EMVn_{RR} + \frac{EMVn_{RT} - EMVn_{RR}}{\% \text{ subst.}}$$

$$BNV = N_{ing} - (N_{exc} - N_{end})$$

2.5.2 - Energia Metabolizável - Metodologia da Alimentação Forçada

- Energia Metabolizável Aparente (EMA)

$$EMA = \frac{EB_{ing} - EB_{exc}}{MS_{ing}}$$

- Energia Metabolizável Aparente Corrigida (EMAn)

$$EMAn = \frac{(EB_{ing} - EB_{exc}) \pm 8,22 * BN}{MS_{ing}}$$

- Energia Metabolizável Verdadeira (EMV)

$$EMV = \frac{EB_{ing} - (EB_{exc} - EB_{end})}{MS_{ing}}$$

- Energia Metabolizável Verdadeira Corrigida (EMVn)

$$\text{EMVn} = \frac{\text{EB ing} - (\text{EB exc} - \text{EB end}) \pm 8,22 * \text{BNV}}{\text{MS ing}}$$

Em que

EB = energia bruta

MS = matéria seca

N = nitrogênio

Ing = ingerido

Exc = excretado

End = endógeno

RT = ração teste

RR = ração referência

BN = balanço de nitrogênio

BNV = balanço de nitrogênio verdadeiro

Análise de variância - Capítulo II

Quadro 1A - Análise de variância dos dados de energia metabolizável para as farinhas de vísceras (Farinha/Metodologia)

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		EMA	EMAn	EMV	EMVn
Alimento/Método	8	3717775 **	4129504**	3960092**	3427277**
F. vísceras aves 1/M	3	158956	99500,73	51522,54	386389,9**
F. vísceras aves 2/M	3	394574,2*	627510,7*	176820,3	1134386**
F. vísceras aves 3/M	3	899221,2**	1148021**	1404152**	546392,5**
F. vísceras aves 4/M	3	156353,4	650707,2*	571630,8**	721471,9**
F. vísceras aves 5/M	3	308182,2	163640,6	375819,3**	902279,1**
F. vísceras mista 1/M	3	239704,7	469108,2	506519,9**	1254527**
F. vísceras mista 2/M	3	32172,69	28949,59	109620,9	435397,2**
F. vísceras suínos 1/ M	3	625746,4**	664497,1*	690159,0**	1016633**
F. vísceras suínos 2/M	3	835696,0**	871183**	843593,9**	757445,4**
Resíduo	144	0,1709222 ⁸	0,2663797 ⁸	0,1298542 ⁸	26767,68
CV, %		10,5	13,2	8,9	5,3

* Significativo pelo teste de F (P<0,05).

** Significativo pelo teste de F (P<0,01).

Quadro 2A - Análise de variância dos dados de energia metabolizável para as farinhas de penas (Farinha/Metodologia)

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio			
		EMA	EMAn	EMV	EMVn
Alimento/Método	5	1054556**	576584,2**	714234,9**	864781,1**
F. de penas 1/M	3	253947	900565,9**	1029641 **	1779394**
F. de penas 2/M	3	291633,8*	1041982**	790510,3**	1314079 **
F. de penas 3/M	3	161923,9	136432,6	172709,1*	393397**
F. de penas 4/M	3	293998,3	370181,3	269431,7**	918508,4**
F. de penas 5/M	3	873368,9**	304322,4	868793,4**	1008232 **
F. de penas 6/M	3	360778,4**	1086112**	503945,2**	604997,3**
Resíduo	96	0,1013495 ⁸	0,1392165 ⁸	63136,79	35729,85
CV, %		10,3	12,3	7,6	6,2

* Significativo pelo teste de F (P<0,05).

** Significativo pelo teste de F (P<0,01).

Análise de variância - Capítulo III

Quadro 3A - Análise de variância dos dados com farinha de penas

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio			
		EMA	EMAn	GP	CR
Níveis	4	773783**	973500,2**	0,01451343**	389,3945**
Linear	1	2784219**	3084979**	0,05236219**	1402,507**
Quadrático	1	277924,1	724191,2*	0,003201954*	48,14682
Períodos = Idade	1	45459,97	134933,2	0,4858513**	2185399**
Interação N*I	4	68510,03	42515,57	0,4170427**	385,5868**
Resíduo	40	85068,53	171425,3	0,0005329013	48,69375

* Significativo pelo teste de F ($P < 0,05$).

** Significativo pelo teste de F ($P < 0,01$).

Quadro 4A - Análise de variância dos dados com farinha de vísceras

Fontes de variação	GL	Quadrado médio			
		EMA	EMAn	GP	CR
Níveis	4	510194,8**	187617,8**	0,002292678**	236,0544*
Linear	1	1918588**	359165,2**	0,007935736**	819,2423**
Quadrático	1	99527,91	149319,8	0,0007537766	63,03816
Períodos = Idade	1	8342,206	682472,2**	0,6488230**	2334377**
Interação N*I	4	47077,23	22912,1	0,00003169568	235,2593*
Resíduo	40	47621,06	20365,54	0,0004869714	69,56250

* Significativo pelo teste de F (P<0,05).

** Significativo pelo teste de F (P<0,01).

Quadro 5A - Análise de variância dos dados de coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e aminoácidos digestíveis das farinhas de penas

Aminoácido essencial	GL	Quadrado médio	
		Coefficiente digestibilidade	Aminoácido digestível
Arginina	5	61,78294 **	0,7462417**
Histidina	8	139,3966*	0,1795782**
Isoleucina	8	43,35989**	0,1000428**
Leucina	8	50,50134*	0,08643574 ns
Lisina	8	192,7756**	0,4579869**
Metionina	8	129,2464**	0,01721592**
Fenilalanina	8	33,96438*	0,03830352ns
Treonina	8	108,5945*	0,09562033ns
Valina	8	52,76233*	0,05052489ns
Não-essencial			
Alanina	8	92,11571*	0,3807788**
Ác. aspártico	8	874,1044**	0,05052489*
Cistina	8	513,8322*	0,5141957*
Ác. glutâmico	8	112,5010**	0,4029674ns
Glicina	8	183,1633**	0,9704481**
Tirosina	8	22,74831ns	0,3915659**
Serina	8	70,96417*	1,459873**

Quadro 6A - Análise de variância dos dados de coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e aminoácidos digestíveis das farinhas de vísceras

Aminoácido essencial	GL	Quadrado médio	
		Coeficiente digestibilidade	Aminoácido digestível
Arginina	5	86,74688**	1,379313**
Histidina	5	518,1819**	0,1077520**
Isoleucina	5	171,3657**	2,073302**
Leucina	5	231,0228**	4,100524**
Lisina	5	650,1613**	1,380596**
Metionina	5	294,0011**	0,2303864**
Metionina + Cistina	5	333,3836**	1,116464**
Fenilalanina	5	174,8626**	1,508102**
Treonina	5	331,3130**	0,8748816**
Valina	5	162,6283**	3,469338**
Não-essencial			
Alanina	5	625,1334**	2,190366**
Ác. aspártico	5	992,7735**	1,731898**
Ác. glutâmico	5	357,0290**	4,404486**
Glicina	5	353,0171**	3,469338**
Tirosina	5	161,0950**	0,9276582**
Serina	5	179,5715**	9,505831**