

**ELIANE APARECIDA DA SILVA**

**VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E DE AMINOÁCIDOS  
DIGESTÍVEIS DE ALGUNS ALIMENTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S586v  
2010

Silva, Eliane Aparecida da, 1980-  
Valores de energia metabolizável e de aminoácidos  
digestíveis de alguns alimentos / Eliane Aparecida da Silva.  
– Viçosa, MG, 2010.  
ix, 67f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 51-64.

1. Metabolismo energético. 2. Aminoácidos. 3. Aminoácidos -  
Metabolismo. 4. Aminoácidos na nutrição animal. 5. Frango de  
corte. 6. Indústria avícola. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

CDD 22.ed. 636.5085

**ELIANE APARECIDA DA SILVA**

**VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E DE AMINOÁCIDOS  
DIGESTÍVEIS DE ALGUNS ALIMENTOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de fevereiro de 2010.

---

Prof. Horacio Santiago Rostagno  
(Coorientador)

---

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto  
(Coorientador)

---

Prof. Paulo Cezar Gomes

---

Prof. Marcelo Dias da Silva

---

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino  
(Orientador)

*A Deus, pela vida.*

*A meus pais, pela dedicação e por tudo que sou.*

*Aos meus irmãos Renato e Daniele pelo carinho.*

*A minha querida avó Euzébia pelas orações e carinho.*

*A meus verdadeiros amigos, pela convivência fundamental.*

“...É melhor tentar e falhar, que preocupar-se a ver a vida passar. É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver...”

(Martin Luther King)

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia pela realização do curso.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino pela valiosa orientação, confiança e amizade atribuída.

Ao professor Horácio Santiago Rostagno pelos conselhos durante a realização deste trabalho.

Aos professores Paulo César Gomes e Sérgio Luiz de Toledo Barreto pelas orientações e apoio.

Aos meus pais por serem responsáveis por tudo que sou, pelo amor, pela dedicação, pelas palavras e ações de incentivo.

A minha família pelo apoio e carinho.

Aos amigos Anastácia, Kátia, Lílian, Maurício, Vanilton, Verônica pelos momentos felizes, pelo carinho, pela amizade sincera.

Aos colegas e companheiros de trabalho Anastácia, Carla, Fernando, Gabriel, Guilherme, João Paulo, Maurício, Paulo Roberto, Rodolfo, Rodrigo, Rosana, Sandra, Tiago, Thony, Valdir e Wagner pela convivência, amizade e contribuições.

A empresa Ajinomoto Nutrição Animal pelas análises laboratoriais realizadas.

Aos funcionários do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFV, em especial Adriano, Elísio, Joselino e Pedrinho e ao Zootecnista Mauro Godoi responsável pela fábrica de rações, pela atenção e ajuda atribuída.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, em especial a Mário, Valdir, Vera e Welington pela ajuda durante as análises.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

ELIANE APARECIDA DA SILVA, filha de Nilza Maria de Paula e João da Silva Filho, nasceu em Visconde do Rio Branco – MG, em 23 de maio de 1980.

Em 2003, ingressou no curso de Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 25 de janeiro de 2008.

Em março de 2008, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa – MG, na área de Nutrição e Alimentação de Monogástricos, submetendo-se a defesa de dissertação em 22 de fevereiro de 2010.

## CONTEÚDO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VIII
1) INTRODUÇÃO.....	1
2) REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Composição Química dos Alimentos.....	3
2.2 Energia.....	4
2.3 Digestibilidade de Aminoácidos.....	12
CAPÍTULO 1	
DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA PARA AVES	
1) Introdução.....	16
2) Material e Métodos.....	18
3) Resultados e Discussão	
3.1) Composição Química e Energética.....	22
3.2) Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn).....	29
4) Resumo e Conclusão.....	33
CAPÍTULO 2	
DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES	
1) Introdução.....	34
2) Material e Métodos.....	36
3) Resultados e Discussão	
3.1) Composição em aminoácidos totais.....	38
3.2) Coeficientes de digestibilidade verdadeiro e aminoácidos digestíveis.....	42
4) Resumo e Conclusão.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
APÊNDICES.....	65

## RESUMO

SILVA, Eliane Aparecida da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientadores: Horacio Santiago Rostagno e Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Foram realizados dois experimentos no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, a fim de determinar os valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para frangos de corte. No primeiro experimento objetivou-se a determinação dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), além da determinação da composição química dos alimentos: Farelos de babaçu, de girassol e de glúten de milho; farinhas amilácea de babaçu e de carne e ossos; feijão cru; milho; resíduos de biscoito, de macarrão e de pão. Foi utilizado o método tradicional de coleta de excretas com pintos de corte no período de 14 a 24 dias de idade. Distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com onze tratamentos, seis repetições com seis aves cada. Cada alimento substituiu a ração referência nos níveis de 15 ou de 40%, dependendo do tipo de alimento. Os pintos foram alojados em baterias metálicas equipadas com bandejas para coleta das excretas. Os valores de EMAn (Kcal/kg) na matéria natural dos alimentos foram: Para o farelo de babaçu 1116; para o farelo de girassol 1607; para o farelo de glúten de milho 3826; para a farinha amilácea de babaçu 1731; para a farinha de carne e ossos 2524; para o feijão cru 693; para o milho moído 3046; para o resíduo de biscoito 3351; para o resíduo de macarrão 3543 e para o resíduo de pão 3494. No segundo experimento objetivou-se determinar os coeficientes de digestibilidade e os valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros dos mesmos alimentos, citados anteriormente. Utilizou-se o método de alimentação forçada com galos Leghorn adultos cecectomizados. Os galos foram alojados individualmente em baterias metálicas equipadas com bandejas coletoras. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, no qual cada tratamento foi composto por seis repetições e um galo por unidade experimental. Os valores médios dos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não

essenciais em porcentagem foram respectivamente: 70 e 65 para o farelo de babaçu; 85 e 79 para o farelo de girassol; 93 e 89 para o farelo de glúten de milho; 80 e 72 para a farinha de carne e ossos; 36 e 34 para o feijão cru; 92 e 84 para o milheto moído; 84 e 81 para o resíduo de biscoito; 93 e 91 para o resíduo de macarrão; e 91 e 90 para o resíduo de pão, não sendo determinado os coeficientes de digestibilidade para a farinha amilácea de babaçu.

## ABSTRACT

SILVA, Eliane Aparecida da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010.  
**Values of metabolizable energy and of digestible amino acids of some feedstuffs.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-Advisers: Horacio Santiago Rostagno and Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Two experiments were accomplished in the section of Aviculture of the Department of Zootecnia of the Federal University of Viçosa, in order to evaluate the energy values and of digestible amino acids of some feedstuffs for chickens. In the first experiment objectified the determination of the values of metabolizable apparent energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected by balance of nitrogen (AMEn), besides the determination of the chemical composition of the feedstuffs: Sunflower meal, of bean meal, of bread meal, of pasta meal, of cookie meal, flour starch babassu, flour of meat and bones, pie of babassu, corn gluten and millet. The traditional method of collection was used of excrete with chicks, in the period from 14 to 24 days of age. A completely randomized experimental design was used, with eleven treatments, six repetitions with six birds each. Each food substituted the ration reference in the levels of 15 or of 40%, depending on the food type. The broilers were housed in metallic batteries with trays for collection of the excrete. The values of EMAn (Kcal/kg) in the natural matter of the foods they were: For the of babassu meal 1116; for the sunflower meal 1607; for the gluten of corn meal 3826; for the flour starch babassu 1731; for the meat flour and bones 2524; for the bean 693; for the millet 3046; for the of cookie residue 3351; for the of pasta residue 3543 and for the of bread residue 3494. In the second experiment it was aimed at to determine the digestibility coefficients and the values of true digestible amino acids of the same foods, mentioned above. The method of forced feeding was used with roosters Leghorn adults cecectomized. The roosters were housed individually in metallic batteries with trays collection of you excrete. A completely randomized experimental design was used, in which each treatment was composed by six repetitions and a rooster by experimental unit. The medium values of the coefficients of true digestibility of the essential amino acids and no essential in percentage they were respectively: For the of babassu meal: 70 and 65; for the

sunflower meal: 85 and 79; for the corn gluten meal: 93 and 89; for the meat flour and bones: 80 and 72; for the bean: 36 and 34; for the millet: 92 and 84; for the cookie residue: 84 and 81; for the pasta residue: 93 and 91 and for the bread residue: 91 and 90 and for the flour starch babassu it was not determinate.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é conhecido pela sua posição de destaque no cenário da avicultura mundial, principalmente quanto à produção de frangos de corte. Foram produzidos em 2008 cerca de 5,5 bilhões de frangos (10,9 milhões de toneladas) e exportados um terço desta quantia, aproximadamente 3,64 milhões de toneladas para quase 150 países. O consumo por habitante/ano foi de 38,9kg, estando este entre os dez maiores do mundo. Este número qualifica o Brasil como o terceiro maior produtor mundial de frangos, atrás apenas dos Estados Unidos e da China, e o maior exportador de carne de frangos, (BACK, 2009). Fatos que comprovam a grande importância social e econômica da avicultura brasileira para o crescimento e desenvolvimento do país.

Os contínuos avanços alcançados pela produção avícola, se devem as inúmeras pesquisas nas mais diversas áreas; das quais se destacam, a nutrição, o melhoramento, a sanidade e a ambiência. E dentre todas as áreas na criação de frangos de corte, aquela que sem dúvida possui maior impacto na rentabilidade do valor investido é a nutrição; visto que a ração consumida pelas aves corresponde a aproximadamente 70% do custo de produção. De acordo com as diferentes tecnologias e estratégias nutricionais empregadas, objetivos de desempenho diversos podem ser alcançados. Assim, tem sido de suma importância os avanços obtidos na nutrição, de modo a permitir que as aves expressem eficientemente seu potencial produtivo.

Na formulação de rações é fundamental conhecer e atualizar o valor nutritivo dos alimentos. Para isso, deve ser determinada a composição química, a disponibilidade e a digestibilidade dos nutrientes, assim como a concentração energética dos alimentos. A partir da utilização de matérias primas de composição química e energética conhecidas e do atendimento às exigências nutricionais dos animais, são desenvolvidos programas de alimentação adequados, a custos mínimos, que resultem em maior eficiência produtiva (CALDERANO et al., 2010).

À medida que os custos de produção aumentam, os nutricionistas têm a necessidade de adotar novas estratégias, como por exemplo, a utilização de alimentos alternativos, que atendam às exigências dos animais nas suas diferentes fases de produção, a custos mínimos, maximizando a eficiência produtiva. A inclusão destes alimentos alternativos tem sido fortalecida com o surgimento de novos conceitos de

formulação, principalmente aqueles referentes às dietas formuladas em aminoácidos digestíveis, uma vez que pesquisas têm mostrado que esse tipo de formulação é mais precisa no atendimento das exigências nutricionais dos animais que dietas formuladas com aminoácidos totais.

Pode-se dizer que a determinação da digestibilidade, principalmente da proteína e dos aminoácidos têm permitido aos nutricionistas a abertura de novas oportunidades e a redução da proteína bruta na dieta, contribuindo para a redução da excreção do excesso de nitrogênio, o que favorece muito para a qualidade ambiental. Portanto, é necessário conhecer os alimentos empregados nas dietas de frangos de corte não só quanto sua composição bromatológica e seu valor nutricional, mas, principalmente na determinação do conteúdo e digestibilidade dos aminoácidos, assim como seu conteúdo energético.

Objetivou-se determinar neste trabalho:

1- Composição química e energética do farelo de girassol, do farelo de pão, do farelo de biscoito, do farelo de feijão, do farelo de macarrão, da torta de babaçu, da farinha amilácea de babaçu, do glúten de milho, da farinha de carne e ossos, do milheto;

2- Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio ( $EMA_n$ ), dos alimentos citados acima utilizando-se frangos de corte;

3- Coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos bem como os valores de aminoácidos digestíveis dos mesmos alimentos utilizando-se galos cecectomizados.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Composição Química dos Alimentos**

A avaliação da composição dos alimentos é parte importante da moderna nutrição animal. O conhecimento desta composição permitirá utilizar quantidades corretas de nutrientes, em especial aminoácidos, que estes alimentos apresentam e o quanto está disponível para o uso animal, permitindo assim, formular rações com base em aminoácidos digestíveis. De acordo com SANTOS et al. (2005) o conhecimento dos dados de composição química, dos valores de digestibilidade e da disponibilidade de nutrientes é importante no balanceamento de rações técnicas e economicamente viáveis. Uma vez que, a precisão dos valores de composição química e energética e da digestibilidade de nutrientes é primordial na busca de redução dos custos e de melhor produtividade.

Apesar do bom conhecimento dos alimentos, das tabelas e das matrizes de composição (ROSTAGNO et al., 2000 e 2005; NRC, 1998 e 1994; EMBRAPA, 1991) normalmente utilizados na avicultura, sabe-se que existem variações nas composições dos mesmos, pois regiões geográficas, condições de plantio, fertilidade de solo, variabilidade genética dos cultivares, formas de armazenamento e processamento dos grãos vegetais, além da composição e forma de obtenção de produtos de origem animal, são fatores que influenciam nos valores nutricionais dos alimentos (NAGATA et al., 2004). Alimentos de origem vegetal apresentam variações em sua composição química, assim como, a composição química dos subprodutos de origem animal também é bastante variável. Essas variações podem ser, em parte, explicadas pela forma de processamento empregada, pelo tipo e pela proporção dos materiais utilizados (PENZ Jr. et al., 1999). De acordo com TUCCI et al. (2003), estas variações que ocorrem na composição química e no valor energético dos ingredientes, são mais evidentes nos subprodutos, pois a obtenção desses nem sempre é padronizada. VIEITES et al. (1999), ao determinarem os valores energéticos de seis amostras de farinha de carne e ossos, concluíram que é necessária a padronização física – química das farinhas de carne e ossos a fim de usarem valores energéticos mais exatos na formulação de rações para

aves. BRUMANO et al. (2006), ao avaliarem a composição química de alguns alimentos protéicos, tanto de origem animal quanto vegetal, relataram que os dados obtidos quando comparados aos descritos na literatura, apresentaram variações entre os valores de composição química dos alimentos, tanto nas tabelas nacionais (ROSTAGNO et al., 2000; EMBRAPA, 1991) quanto nas estrangeiras (BLAS et al., 2003; NRC, 1994 e 1998).

Segundo TUCCI et al. (2003) para a formulação de rações nutricionalmente viáveis, é de fundamental importância conhecer o valor nutritivo dos alimentos. Para isto, deve-se determinar a composição química, a disponibilidade dos nutrientes, a concentração e a disponibilidade de energia dos alimentos.

Várias indústrias de rações e granjas vêm utilizando dados de tabelas estrangeiras, como as do NRC (1994) e, em função de condições adversas, esses dados têm sido diferentes, tanto na composição química quanto nos valores energéticos, dos citados por autores brasileiros, como a tabela desenvolvida no Centro Nacional de Pesquisas de Suínos e Aves (EMBRAPA, 1991) e ROSTAGNO et al. (2000 e 2005).

BRUM et al. (2000), enfatizaram a importância da contínua avaliação dos ingredientes para manter atualizado um banco de dados, possibilitando melhorar as estimativas das médias de energia metabolizável e nutrientes que são utilizados nas rações de aves. Permitindo assim, a melhor utilização dos alimentos na formulação de rações.

## **2.2 Energia**

A energia é um componente fundamental na elaboração de rações avícolas e não é um nutriente, mas o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo animal (NRC, 1994). Os animais ingerem alimentos para suprir suas necessidades energéticas e, portanto, é necessário manter a relação entre a energia disponível e os nutrientes que compõem a ração. Além disso, tanto a energia metabolizável verdadeira (EMV) quanto a aparente (EMA) devem ser corrigidas pelo balanço de nitrogênio para melhor representar a energia efetivamente utilizada pela ave.

O termo energia foi primeiramente utilizado até 1960, como energia produtiva, que de acordo com TITUS (1955) é a energia líquida que é medida pela comparação da energia depositada no corpo da ave na forma de gordura ou proteína, em função de diferentes quantidades de alimento consumido pelas aves em crescimento ou engorda.

HILL & ANDERSON (1958), mostraram que os valores de energia metabolizável variavam menos do que os valores de energia produtiva. Desta forma, a energia metabolizável é a melhor medida para expressar a energia disponível dos alimentos para aves. Segundo PENZ et al. (1999) a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foi uma forma de padronizar a EMA dos alimentos, embora subestima a energia do alimento utilizada pelas aves.

De acordo com ALBINO (1991), a energia presente nos alimentos é um dos fatores limitantes do consumo e está envolvida em todos os processos produtivos das aves. FARIA & SANTOS (2005), relataram que além de influenciar no consumo de ração, o nível de energia das dietas, também influencia o desempenho das aves e o custo da formulação das dietas.

ALBINO et al. (1992), observaram que para se obter sucesso na formulação de rações para aves, um dos aspectos mais importantes é o conhecimento preciso do conteúdo energético dos alimentos, o que possibilita um fornecimento adequado de energia para as aves.

Segundo NERY (2005), existe várias formas de expressar a energia presente nos alimentos. Dentre elas estão a energia bruta, a energia digestível, a energia metabolizável e a energia líquida. A energia bruta indica apenas a energia do alimento. A energia digestível aparente é aquela determinada pela diferença entre a energia bruta ingerida e a excretada nas fezes. A energia metabolizável aparente é a energia bruta consumida do alimento menos a energia bruta contida nas fezes, urina e produtos gasosos da digestão. Quando são consideradas as perdas endógenas e metabólicas, obtém-se a energia metabolizável verdadeira. A energia líquida é a energia metabolizável menos a energia perdida como incremento calórico. Para determiná-la é necessário um conhecimento detalhado de nutrientes digestíveis e as dificuldades de medi-los é a maior limitação. Assim, o valor de energia metabolizável é o que melhor representa a quantidade de energia disponível no alimento para aves.

Dentre as metodologias comumente utilizadas na determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos para aves; destacam-se os ensaios biológicos, que são os métodos tradicionais de coleta total (SIBBALD & SLINGER, 1963) e a de alimentação precisa (SIBBALD, 1976), o método rápido (FARRELL, 1978). Existem também os métodos não-biológicos, que consistem nos métodos *in vitro* e na predição dos valores energéticos por meio das equações de predição (NRC, 1994 e ROSTAGNO, 1996). A utilização destes métodos permite, de acordo com FISCHER JR. (1997), a

determinação de valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (BN) ( $EMA_n$ ), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo BN ( $EMV_n$ ).

Qualquer um dos métodos pode ser utilizado na determinação dos valores energéticos dos alimentos, entretanto é necessário saber as vantagens e desvantagens que cada metodologia apresenta.

O método tradicional foi muito criticado na década de 70 por não considerar as perdas de energia metabólicas e endógenas. ALBINO (1991) demonstrou variações na quantidade de energia dos alimentos obtidos pelo sistema de EMA, as quais estão diretamente relacionadas com o consumo de alimentos, ocorrendo a possibilidade de se subestimarem os valores de EMA em alimentos de baixa palatabilidade. Outra crítica é a incorreta suposição de que toda energia perdida na excreta vem diretamente do alimento, pois existem as perdas metabólicas e endógenas, as quais não são provenientes dos alimentos. Sabe-se que uma ave em crescimento utiliza a maioria do nitrogênio consumido na deposição de tecido corporal e, para aves adultas, parte destes compostos nitrogenados são catabolizados e excretados na forma de ácido úrico, tornando-se assim necessário a correção pelo BN.

Com relação ao método tradicional de coleta de excretas, RODRIGUES et al. (2005), concluíram que três dias de coleta são suficientes para se determinar valores de coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e EMAn de rações à base de milho e de farelo de soja, ao avaliar a influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e valor energético de rações para aves.

Devido a várias críticas, SIBBALD (1976), propôs um método chamado de alimentação precisa para a determinação dos valores de EMV, sendo que, neste método são consideradas as perdas da energia fecal metabólica (EFm) e urinária endógena (EUe), as quais são obtidas por meio de aves em jejum, durante o período de coleta de excreta. Esta metodologia tem como vantagem ser uma metodologia rápida e requer pequenas quantidades do alimento-teste (30 - 40 gramas). Entretanto, este método apresenta desvantagens, pois considera constantes os valores de energia endógena e metabólica excretados, independente do consumo de alimento (quantidade e qualidade), além de descartar o possível sinergismo ou antagonismo que ocorre entre os ingredientes da ração na utilização da energia (FARREL e RAHARJO, 1982). Ademais, possui um período de jejum no qual as aves são submetidas antes de serem forçadas a

ingerir o alimento teste, resultando num estado fisiológico anormal (NRC, 1994); desta forma como os valores de energia metabolizável dos alimentos variam com a idade das aves, o método de alimentação precisa não pode ser mais considerado como verdadeiro e definitivo (PENZ JR et al., 1999).

BORGES et al., (1998) relataram que o método de alimentação forçada é mais rápido, porém mais sujeito a erros, devido ao baixo conteúdo de alimento ingerido, ao passo que o método tradicional com pintos parece ser mais preciso na estimativa de EM para aves, apresentando menor influência da EFm e EUe.

FREITAS et al., (2006) ao avaliarem o efeito da formulação de rações para frangos de corte com utilização de valores de EM dos alimentos determinados por diferentes métodos: EM aparente corrigida (EMAn) e EM aparente (EMA), ambas determinadas pelo método de coleta total com pintos; EMAn, determinada pelo método da coleta total com galos e EM verdadeira corrigida (EMVn) determinada pelo método da alimentação forçada com galos, concluíram que para a fase inicial (1 a 21 dias de idade) o melhor ajuste da energia foi obtido com a formulação da ração com os valores de EMAn determinados com pintos, após essa fase deve-se considerar os valores de EMAn ou EMV ambas determinadas com galos; além disso relataram que EMVn determinada com galos superestima os valores de energia dos alimentos e o uso desse método para formular rações para aves jovens pode causar redução na energia dos alimentos, disponível para os processos metabólicos das aves.

De acordo com WOLYNETZ & SIBBALD (1984), o nitrogênio retido como tecido, se catabolizado, contribuirá para as perdas de energia urinária endógena e, conseqüentemente, variações na retenção de nitrogênio contribuirão para variações nos valores de EMA e EMV. As correções pelo nitrogênio visam reduzir essas variações, admitindo-se que as estimativas de EMAn e EMVn são independentes da retenção de nitrogênio.

ALBINO (1991) observou que o BN é influenciado positiva ou negativamente por diversos fatores, entre eles a composição química e o consumo dos alimentos. O nitrogênio dietético retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos que contém energia, tal como o ácido úrico. Assim, HILL & ANDERSON (1958), propuseram um valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido, em razão de esta ser a energia obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado. Essa constante tornou-se universalmente utilizada, pois cerca de 80% do nitrogênio encontrado na urina das aves está na forma de ácido úrico (NRC, 1994).

ALBINO et al., (1992), estudando nove alimentos para determinar a EMA, observaram que os valores determinados com o método tradicional foram maiores que os obtidos pelo método de alimentação forçada. Quando corrigiram os valores pelo BN, os autores observaram acréscimo nos valores de EMA obtidos pelo método de Sibbald, pois, devido ao período de jejum e à pequena quantidade de consumo de alimento, as influências das perdas de EFm e a EUE sobre os valores de EMA e EMA<sub>n</sub> são maiores, sendo vantajosa a adoção do método tradicional sobre o método de Sibbald, na determinação de EMA e EMA<sub>n</sub>.

NUNES (2003), afirmou ser necessário corrigir os valores estimados de energia pelo BN, pois durante um ensaio de metabolismo, é impossível assegurar que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento. SOARES et al. (2005) ao determinarem os valores de EM de alguns alimentos protéicos de origem animal e vegetal para pintos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade) concluíram que as correções pelo balanço de nitrogênio reduziram os valores energéticos em média de 9 a 15% para as fontes protéicas estudadas (farelo de soja, soja integral tostada, soja micronizada, farelo de glúten de milho, farinha de carne e ossos 40% e 45%, farinha de peixe e farinha de vísceras), os autores atribuíram essa redução no valor de EMAn em relação ao de EMA, devido à retenção positiva de nitrogênio visto que as aves foram alimentadas *ad libitum*.

A precisão da determinação da energia de um alimento tende a aumentar com o aumento do consumo de alimentos (WOLYNETZ & SIBBALD, 1984) e é normalmente, maior quando a correção pelo BN é aplicada. Assim, para um baixo consumo, a EMV superestima a energia disponível. Porém, em menor proporção do que a EMA e a EMA<sub>n</sub>, que subestimam os valores de energia disponível no alimento. Entretanto, os valores de EMA e EMV tendem a ser similares quando o consumo for elevado e menores ainda para os valores de EMA<sub>n</sub> e EMV<sub>n</sub> (WOLYNETZ & SIBBALD, 1984). Isto foi confirmado por FLORES & CASTANON (1991), que obtiveram valores semelhantes de EMV<sub>n</sub> quando as aves foram alimentadas com 50 gramas ou mais do alimento teste. A excreção protéica e o BN são afetados pelos níveis de ingestão, de modo que consumos menores, pela metodologia da alimentação forçada, podem levar à maiores erros experimentais. Entretanto, alguns autores, testando a influência do nível de ingestão dos alimentos-teste sobre os valores de EMV e EMV<sub>n</sub>, não verificaram diferenças entre os valores encontrados, quando o nível de consumo variou de 25 a 80 g e de 30 a 90 g (SIBBALD & MORSE, 1983; WOLYNETZ &

SIBBALD, 1984). Porém, BORGES et al., (1998b), estudando a quantidade de alimento ingerido (25 ou 50 g), observaram que o nível de menor consumo proporciona menores valores de EMA e EMA<sub>n</sub>. A EMA<sub>n</sub>, segundo os autores, foi fortemente afetada pelos níveis de ingestão, uma vez que a excreção de EFm e EUE deprime os valores de EMA em baixos consumos.

A ingestão de alimentos pode exercer importante influência sobre as perdas endógenas e metabólicas em ensaios de metabolismo. SILVA et al., (2006) observaram que há uma relação inversa em baixos níveis de consumo onde as perdas são proporcionalmente maiores e resultam em diminuição dos valores estimados para EMA e EMAn.

Existem fatores que podem afetar os valores de energia metabolizável dos alimentos, além da metodologia utilizada e do balanço de nitrogênio, já comentados; a idade das aves, o nível de inclusão do alimento teste à ração referência, a taxa de consumo, o tipo de processamento e armazenamento, a composição química do alimento, a presença de fatores antinutricionais nos alimentos, dentre outros fatores.

FONOLLA et al., (1981), testando rações com diferentes quantidades e qualidades de proteína bruta, para frangos de corte de 21 e 51 dias de idade, não encontraram diferenças nos valores de energia metabolizável entre as duas idades. Assim como ALBINO et al., (1986) avaliando o valor energético de 16 alimentos, também não verificaram influência da idade (21 e 42 dias) dos frangos nos valores energéticos dos alimentos. Porém de acordo com BATAL & PARSONS (2002), aves mais jovens são menos eficientes na utilização dos nutrientes dos alimentos. SAKOMURA et al., (2004), ao avaliar o efeito da idade dos frangos sobre a atividade enzimática e a digestibilidade da energia, concluíram que o aproveitamento da energia dos alimentos foi afetado pela idade em função da dependência da produção de enzimas digestivas, sendo os valores de EMA menores na primeira semana de vida das aves. BRUMANO et al., (2006) ao determinarem os valores de EMA e EMAn de 10 alimentos para frangos de corte em dois períodos experimentais (21 a 30 dias e 41 a 50 dias de idade) encontraram diferença estatística entre os dois períodos, para alguns dos alimentos avaliados, sendo que no período de 41 a 50 dias tanto os valores de EMA quanto os de EMAn foram superiores aos valores determinados no período de 21 a 30 dias de idade.

Segundo FISHER & MCNAB (1987), as diferenças nos valores de EMA<sub>n</sub> entre aves jovens e adultas podem ser explicadas em função da utilização dos lipídeos, a qual

pode ser influenciada por outras variáveis, como fonte da gordura, composição em ácidos graxos e atividade microbiana no intestino delgado. De acordo com SCHUTTE (1998) aves jovens apresentam baixa atividade da lipase e pequena concentração de ácidos biliares, sendo esses fatores limitantes na digestibilidade das gorduras.

Outro fator de grande relevância na determinação da energia metabolizável dos alimentos, é o nível de inclusão do alimento teste à ração referência, utilizando método de coleta total de excretas. DOLZ & DE BLAS (1992), ao estudarem o efeito de níveis de substituição da farinha de carne e ossos na determinação de  $EMA_n$ , encontraram diferença significativa em apenas duas de oito amostras testadas. Quando o nível de inclusão passou de 6 para 12%, ocorreu diminuição de 5,5% nos valores de  $EMA_n$  e, entre 12 e 24%, não observaram diferença para  $EMA_n$ . NASCIMENTO et al., (2005) ao avaliarem diferentes níveis de inclusão de farinhas de vísceras (5, 10, 20, 30 e 40%), verificaram que com o aumento da inclusão do alimento – teste na ração houve uma redução nos valores de energia do alimento.

A variedade e a procedência, bem como a variação na composição de um mesmo alimento também podem levar a diferenças nos valores de energia. RODRIGUES et al., (2003), concluíram que a procedência dos milhos influenciou na digestibilidade dos nutrientes e que os valores energéticos das rações estudadas variaram em função da composição dos milhos. VIEIRA et al., (2007), ao analisarem os valores energéticos de 45 híbridos de milho para uso em dietas para frangos de corte, concluíram que a  $EMAn$  variou de 3405 a 4013 Kcal/Kg de MS.

O processamento e o armazenamento dos alimentos interferem na digestibilidade dos nutrientes alterando seu valor energético. SCAPIM et al., (2003) observaram que farinhas de penas e de sangue, submetidas a diferentes processamentos térmicos, apresentaram diferenças significativas em seus valores energéticos. CARVALHO et al., (2004), ao trabalharem com milhos de diferentes temperaturas de secagem (80, 90 e 100°C) e diferentes tempos de armazenamento (0, 60, 120 e 180 dias) observaram reduções nos valores de EMA e  $EMAn$  do milho, com os aumentos da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento. De acordo com FREITAS et al., (2005), diferentes processamentos conferiram à soja integral características nutricionais diferentes, principalmente no valor de energia metabolizável.

A determinação dos valores energéticos dos alimentos pelos métodos convencionais é dependente da bomba calorimétrica e de uma metodologia que nem sempre pode ser executada pela indústria de rações (ROSTAGNO, 1990). Por isto, o

desenvolvimento de equações de predição, que permitem corrigir os valores de  $EMA_n$  dos alimentos de acordo com a variação química, parece ser uma alternativa interessante para aqueles nutricionistas que não dispõem de outros meios para determinar ou prever os valores de EM dos ingredientes usados nas rações. Em 1994 o NRC apresentou diversas equações passíveis de serem utilizadas na predição dos valores energéticos dos alimentos.

As equações de predição desenvolvidas descrevem segundo DALE et al., (1990), a relação entre a composição proximal e a  $EMV_n$  de um grupo inicial de amostras. Estas equações não podem, necessariamente, serem assumidas como úteis na predição da  $EMV_n$  de amostras futuras, sendo necessário testar a confiabilidade da estimativa. Assim, testando novas amostras, os autores observaram que a variação dos valores de  $EMV_n$  obtida por equações de predição foi menor que os valores determinados (DALE et al., 1990).

Melhores equações de predição foram observadas por DOLZ & DE BLAS (1992), quando utilizaram duas variáveis, proteína bruta e extrato etéreo, as quais foram responsáveis, no caso da farinha de carne e ossos, por mais de 96 e 98% da variabilidade total nas estimativas dos valores de  $EMA_n$  e  $EMV_n$ , respectivamente.

ALBINO & SILVA (1996) relataram que a disponibilidade de equações de predição, que é um método indireto de determinação da EMA, mediante o uso de parâmetros químicos e físicos dos alimentos, pode ser, na prática, importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de formulações de rações, de tal forma a corrigir os valores energéticos, de acordo com as variações na composição química dos alimentos.

Há grande discrepância nos valores energéticos dos alimentos utilizados na alimentação das aves, quando se comparam os valores obtidos nas análises químicas pelas indústrias e os publicados na literatura. Isto pode causar desequilíbrios nutricionais e dificultar as comparações de níveis nutricionais entre as empresas. O emprego de equações de predição pode ser útil na redução destas discrepâncias (LIMA, 1996).

É imprescindível a determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos uma vez que possibilita o fornecimento adequado de energia para o animal; pois, segundo ALBINO (1991) esta é a forma mais precisa e a sua utilização é necessária para se obter ótima produtividade e máxima rentabilidade com o menor custo possível.

### 2.3 Digestibilidade dos aminoácidos

Os cálculos de necessidades nutricionais para as aves e o planejamento das rações têm-se baseado em tabelas de exigências, nas quais são expressos tanto as necessidades dos animais, como o valor nutritivo dos alimentos. Na nutrição é tão importante estimar as exigências das aves em termos de necessidade metabólica, quanto conhecer o valor potencial do alimento. Dessa forma, além de avaliar as exigências de proteína e de aminoácidos é necessário quantificar e qualificar o nível de nutrientes nos alimentos, de modo a diminuir os erros na formulação das rações, (MEJÍA & FERREIRA, 1996).

De acordo com BRUMANO et al., (2006) os termos digestibilidade e disponibilidade de aminoácidos muitas vezes são usados de forma incorreta. A disponibilidade de aminoácidos inclui os processos de digestão, absorção e metabolismo, ou seja, é a quantidade de aminoácidos absorvidos e utilizados pelo animal; já a digestibilidade é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácidos consumida e a excretada (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

A formulação de rações baseando-se em aminoácidos digestíveis tem sido utilizada pelos nutricionistas, principalmente, pela necessidade de se otimizar o uso de matérias-primas de alto custo e ainda pelo fato de possibilitar a substituição do milho e da soja por ingredientes alternativos, garantindo um aporte equivalente de aminoácidos digestíveis pela correção das deficiências com a suplementação de aminoácidos sintéticos (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

De acordo com ROSTAGNO et al., (1995), o uso de alimentos não convencionais, quando suplementados adequadamente com aminoácidos industriais, proporciona redução no custo por quilo de carne produzida. VIEITES et al., (1999) relataram que a farinha de carne e ossos quando utilizada nas formulações de rações para aves, deve ser com base na sua composição em aminoácidos digestíveis para que os aminoácidos limitantes sejam suplementados adequadamente.

BELLAVER et al., (2001) ao compararem formulações de rações utilizando o conceito de proteína ideal em relação a formulações com base em aminoácidos totais ou proteína bruta em rações para frangos de corte, utilizando farinha de vísceras; concluíram que a formulação com base em proteína ideal é melhor do que aquela que considera a proteína bruta ou aminoácidos totais, a substituição do farelo de soja por farinha de vísceras na concentração de 20% na fase inicial e de 25% na fase de

crescimento dos frangos de corte melhorou o desempenho até 21 dias de idade e não alterou até os 42 dias de idade em rações formuladas no conceito de proteína ideal. ARAÚJO et al., (2001) conduziram dois experimentos, avaliando rações formuladas à base de aminoácidos digestíveis e totais no período de 1 a 21 dias de idade, encontraram melhor desempenho com aves alimentadas com rações formuladas com aminoácidos digestíveis evidenciando a importância de se elaborar rações com base em aminoácidos digestíveis.

Conhecer a digestibilidade dos nutrientes não é tarefa fácil, pois as metodologias *in vitro* são discutíveis e as metodologias *in vivo* são complexas e também com resultados contraditórios, especialmente pelas variações intrínsecas de cada ingrediente (PENZ, 2003). Quanto aos métodos *in vitro*, pode-se dizer que não são capazes de reproduzir a complexidade e as condições dinâmicas encontradas nos animais, no entanto, são rápidas, de baixo custo e detectam diferenças na digestibilidade dos aminoácidos. Já os métodos *in vivo* são considerados mais precisos para avaliar a digestibilidade dos aminoácidos, destacando-se o método da alimentação forçada com galos inteiros ou cecectomizados, o método da alimentação *ad libitum* para determinar a digestibilidade ileal e o método de coleta total de excretas.

No método de coleta total de excretas o alimento avaliado substitui 30 a 40% a ração referência, podendo-se utilizar óxido crômico como indicador fecal para identificar o início e o término da coleta. De acordo com ROSTAGNO et al., (1999) este método realizado com aves até 16 dias de idade, proporciona resultados satisfatórios nos valores de digestibilidade de aminoácidos, já que com essa idade os cecos das aves ainda não estão completamente desenvolvidos e a fermentação da digesta é pequena. Porém, este método de coleta total tem sido criticado devido aos efeitos das bactérias da porção final do trato gastrintestinal na excreção dos aminoácidos. PARSONS et al., (1982) estimaram que cerca de 25% dos aminoácidos eliminados nas excretas das aves é de origem microbiana.

Vários procedimentos têm sido adotados para reduzir os efeitos da microbiota presente nos cecos, como por exemplo, a coleta ileal, embora seja um método mais preciso que a coleta total de excretas para determinar a digestibilidade de aminoácidos apresenta como desvantagem ser mais trabalhoso e exigir maior número de aves por unidade experimental, para que se obtenha uma quantidade suficiente de digesta ileal para as análises laboratoriais, além de exigir sacrifício das aves.

A técnica da alimentação precisa com galos cecectomizados, o qual é uma adaptação do método descrito por SIBBALD (1976) tem sido frequentemente utilizada pelos pesquisadores para determinar a digestibilidade dos aminoácidos, por ser uma técnica rápida, precisa e de baixo custo, na qual os galos são submetidos a procedimentos cirúrgicos, descrito por PUPA et al., (1998) para retirada dos cecos, a cecectomia. Como os cecos representam a maior parte do intestino grosso das aves, sua extirpação elimina os efeitos das bactérias neste local sobre a excreção dos aminoácidos. KESSLER et al., (1981) constataram a ocorrência de maior excreção de aminoácidos em aves cecectomizadas durante o período de 24 horas de jejum em relação às aves intactas, indicando que, nas últimas, ocorre uma significativa degradação microbiana de aminoácidos endógenos no ceco. NUNES et al., (2001b) ao avaliarem onze alimentos à base de trigo para aves, concluíram que o método de alimentação forçada apresentou boa precisão e eficácia para estimar a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos.

BORGES et al., (2003) ao avaliarem os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos de alguns alimentos para frangos de corte, utilizando diferentes metodologias, concluíram que os coeficientes de digestibilidade determinados por meio da metodologia tradicional de coleta total de excretas, quando comparados ao método de alimentação forçada, foram maiores.

Dentre os vários fatores que interferem na digestibilidade dos aminoácidos, além dos fatores ligados à fisiologia do animal e da metodologia empregada para determinar a digestibilidade, podemos citar, por exemplo, a forma de processamento e armazenamento dos alimentos, a presença de fatores antinutricionais nos alimentos, como taninos, inibidores de proteases, polissacarídeos não amiláceos solúveis (PNAs) e fitato; a temperatura ambiente.

De acordo com PUPA (1995) a presença de fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina e quimotripsina, lectinas, compostos fenólicos e saponinas presentes em muitas sementes causam efeito depressivo sobre a digestão e utilização da proteína. Além disso, a digestibilidade dos aminoácidos também pode ser afetada pela quantidade e qualidade dos aminoácidos presente no alimento, pois entre os aminoácidos existe competição pelo mesmo sítio de absorção, (D'AGOSTINI, 2001).

CAFÉ et al., (2000) ao determinarem a composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves concluíram que a digestibilidade dos aminoácidos da soja integral tostada foi inferior a soja extrusada e farelo de soja +

óleo, e também relataram que os diferentes tipos de processamentos da soja integral conferem a esse alimento características nutricionais distintas para aves. CARVALHO et al., (2009) conduziram quatro ensaios biológicos com galos Leghorn cecectomizados para determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeiro dos aminoácidos e os aminoácidos digestíveis de amostras de milho submetidas à secagem natural ou artificial e a diferentes períodos de armazenamento, concluíram que o conteúdo da maioria dos aminoácidos do milho foi reduzido quando os grãos de milho foram submetidos à elevada temperatura de secagem e por longo período de armazenamento.

## **CAPÍTULO I**

### **DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL APARENTE E APARENTE CORRIGIDA DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A avicultura brasileira é uma atividade econômica que desempenha papel de grande importância na estrutura agropecuária do Brasil, sendo um constante desafio para os técnicos obterem maior produtividade com menores custos.

Apesar do bom conhecimento dos alimentos normalmente utilizados na avicultura, sabe-se que existem variações nas composições dos mesmos; pois, regiões geográficas, fertilidade do solo, variabilidade genética dos cultivares, formas de armazenamento e processamento dos grãos vegetais, além da composição e da forma de obtenção de produtos de origem animal são fatores que influenciam nos valores nutricionais dos alimentos. A variação existente entre solos e clima afeta a composição química dos alimentos e conseqüentemente sua energia, o mesmo ocorrendo com os subprodutos industriais, em função do processamento adotado (ALBINO et al., 1987).

A constante avaliação do valor nutritivo e energético dos alimentos a serem utilizados na formulação de rações para frangos de corte é importante, pois atende de forma mais adequada às necessidades nutricionais dos animais (MORATA et al., 2008).

Sabe-se que na formulação das rações para aves utiliza-se basicamente milho e soja, no entanto, a disponibilidade destes grãos é variável em função da região e época do ano, levando assim a variações nos custos destas matérias primas, afetando diretamente a lucratividade na avicultura. Desta maneira, uma alternativa para aumentar a eficácia na produção animal é a utilização de alimentos alternativos, em substituição ao milho e a soja na formulação de rações, podendo torná-las mais econômicas;

entretanto, é indispensável conhecer os valores nutricionais desses alimentos, para que as rações possam atender adequadamente as exigências nutricionais dos animais.

Assim, objetivou-se neste trabalho determinar a composição química, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e os valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) dos seguintes alimentos: Farelos de babaçu, de girassol e de glúten de milho; farinhas amilácea de babaçu e de carne e ossos; feijão cru; milho; resíduos biscoito, de macarrão e de pão.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um ensaio biológico no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, utilizando o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos de corte em crescimento, no período de 14 a 24 dias de idade. Objetivou-se neste ensaio determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) de dez alimentos.

Os alimentos avaliados foram: Farelo de babaçu, farelo de girassol, farelo de glúten de milho, farinha amilácea de babaçu, farinha de carne e ossos, feijão cru, milho, resíduo de biscoito, resíduo de macarrão e resíduo de pão (apêndice A).

Os pintos foram alojados em piso do primeiro aos 14 dias de idade em um galpão de alvenaria e então transferidos para baterias, onde foi realizado o ensaio biológico.

Foram utilizados 396 frangos de corte, machos, da linhagem comercial Cobb, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com onze tratamentos (dez alimentos e uma ração referência) e seis repetições com seis frangos cada.

A ração referência, apresentada na Tabela 1, foi formulada à base de milho e de farelo de soja, com 20% de PB e 3000 kcal de EM/kg de ração. Os alimentos protéicos (farelo de girassol, farelo de feijão, farelo de glúten de milho e farinha de carne e ossos) foram adicionados à ração referência na proporção de 30% e os alimentos energéticos (farelo de pão, farelo de biscoito, farelo de macarrão, torta de babaçu, farinha amilácea de babaçu e milho) foram adicionados à ração referência na proporção de 40% que constituíram as rações testes.

As rações foram fornecidas à vontade por um período de 10 dias, sendo os primeiros cinco dias destinados à adaptação, e os últimos cinco dias destinados à coleta total das excretas de cada unidade experimental, com intervalos de 12 horas entre cada coleta. As bandejas coletoras, revestidas com plástico, foram colocadas sob o piso de cada unidade experimental. As gaiolas metálicas eram equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros tipo nipple. Não foi adotado programa de luz durante o período experimental.

**Tabela 1** – Composição da ração referência utilizada no ensaio metabólico, em percentagem da matéria natural

<b>Ingredientes</b>	<b>%</b>
Milho	61,49
Farelo de soja	32,41
Óleo de soja	1,93
Fosfato bicálcico	1,85
Calcário	0,91
Sal comum	0,51
L-lisina HCl (98%)	0,32
DL-metionina (99%)	0,26
Mistura vitamínica <sup>1</sup>	0,10
Mistura mineral <sup>2</sup>	0,05
Cloreto de colina 60%	0,10
Salinomicina 12% <sup>3</sup>	0,05
Avilamicina 10% <sup>4</sup>	0,01
Antioxidante <sup>5</sup>	0,01
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada</b>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000
Proteína bruta (%)	20,00
Lisina digestível (%)	1,2
Metionina digestível (%)	0,54
Metionina + cistina digestível (%)	0,82
Treonina digestível (%)	0,67
Triptofano digestível (%)	0,22
Cálcio (%)	0,90
Fósforo disponível (%)	0,45
Sódio (%)	0,22

<sup>1</sup> Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg; vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo qsp, 1.000 g

<sup>3</sup> Anticoccidiano (Coxistac)

<sup>4</sup> Promotor de crescimento (Surmax)

<sup>5</sup> Butil Hidroxi Tolueno

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, pesados e foram mantidos em freezer até o final do período de coleta. Após o término da coleta, as amostras foram homogeneizadas e retiradas alíquotas, as quais foram colocadas em estufa de ventilação forçada a temperatura de 60°C para pré-secagem. Posteriormente foram realizadas as devidas análises laboratoriais (matéria seca, nitrogênio e energia bruta) no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo metodologia descrita por SILVA (2002).

Ao término do experimento foi determinada a quantidade de ração consumida por unidade experimental, durante os cinco dias de coleta.

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, da ração referência, das rações testes e das excretas, foram calculados os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e corrigida (EMA<sub>n</sub>), por meio de equações, apresentadas abaixo, propostas por MATTERSON et al., (1965).

As equações utilizadas no cálculo da EM e EM<sub>n</sub> foram:

$$EMA_{RT} = \frac{EBing. - EBexc.}{MSing.}$$

$$EMA_{RR} = \frac{EBing. - Ebexc.}{MSing.}$$

$$EMA_{ALIM.} = EM_{RR} + \frac{(EM_{RT} - EM_{RR})}{g/g \text{ subst.}}$$

$$EMA_{nRT} = \frac{(EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMA_{nRR} = \frac{(EBing. - EBexc.) - 8,22 \times BN}{MSing.}$$

$$EMA_{nALIM} = \frac{EM_{nRR} + (EM_{nRT} - EM_{nRR})}{g/g \text{ subst.}}$$

$$BN = N_{ing.} - (N_{exc.} - N_{exc.End.})$$

Em que:

$EM_{RT}$  = energia metabolizável aparente da ração-teste;

$EM_{RR}$  = energia metabolizável aparente da ração-referência;

$EM_{ALIM}$  = energia metabolizável aparente do alimento;

$EMA_{nRT}$  = energia metabolizável aparente corrigida da ração teste;

$EMAn_{RR}$  = energia metabolizável aparente corrigida da ração referência;

$EMA_{nALIM}$  = energia metabolizável aparente corrigida do alimento;

$EB_{ing.}$  = energia bruta ingerida;

$EB_{exc.}$  = energia bruta excretada;

$BN$  = balanço de nitrogênio;

$N_{ing}$  = nitrogênio ingerido;

$N_{exc.}$  = nitrogênio excretado e,

$N_{exc.End}$  = nitrogênio excretado de origem endógena.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição química e energética

A temperatura média no interior da sala de metabolismo durante a fase experimental registrada às 08h00min, está apresentada na Tabela 2. Foram utilizados três termômetros de bulbo seco, dispostos em diferentes locais no interior da sala de metabolismo.

**Tabela 2** – Valores médios de temperatura máxima e mínima durante o período experimental

Temperaturas (°C)						
Termômetros	T1		T2		T3	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
	16,2	26,9	17,3	26,1	16,4	23,7

A composição química e os valores de energia bruta com base na matéria natural dos alimentos avaliados são apresentados na Tabela 3.

Observou-se variação na composição química dos alimentos estudados, o que é normal, principalmente em se tratando de alimentos de diferentes origens, condições de cultivo, de solo, de clima, e de cultivares (ALBINO & SILVA, 1996).

Os alimentos podem ser classificados em função do teor de proteína bruta (PB), sendo considerados protéicos aqueles alimentos que contém mais de 20% de PB; e energéticos os alimentos que contém menos que 20% de PB. Desta forma, pode-se constatar que dentre os alimentos avaliados neste trabalho o farelo de glúten de milho e a farinha de carne e ossos e o feijão, são considerados protéicos, enquanto que os outros alimentos avaliados, o farelo de babaçu, o farelo de girassol, a farinha amilácea de babaçu, o milheto, o resíduo de biscoito, o resíduo de macarrão e o resíduo de pão são considerados energéticos.

**Tabela 3** – Composição química e bromatológica e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural <sup>1,2</sup>

<b>Composição química e bromatológica dos alimentos</b>										
<b>Alimentos</b>	<b>MS (%)</b>	<b>PB (%)</b>	<b>EE (%)</b>	<b>MM (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>FB (%)</b>	<b>FDN (%)</b>	<b>FDA (%)</b>	<b>EB (Kcal/kg)</b>
Babaçu, farinha amilácea	86,27	1,91	0,29	2,5	0,1	0,1	9,69	37,09	15,09	3687
Babaçu, farelo	93,75	19,49	2,15	4,06	0,12	1,23	47,52	63,21	36,93	4553
Biscoito, resíduo	93,19	7,35	4,34	0,6	0,03	0,17	1,60	2,22	1,03	4139
Carne e ossos, farinha (51%)	92,26	50,95	11,38	24,65	8,47	2,27	Nd <sup>3</sup>	Nd <sup>3</sup>	Nd <sup>3</sup>	4165
Feijão cru, moído	89,38	26,38	0,59	4,08	0,15	0,67	13,92	35,38	7,7	3978
Girassol, farelo	88,34	31,65	0,54	5,35	0,34	1,34	29,09	41,86	24,2	4324
Macarrão, resíduo	88,47	12,66	0,09	0,65	0,08	0,27	1,74	0,82	0,66	3931
Milheto, moído	88,41	9,22	2,35	1,51	0,04	0,53	3,93	26,72	3,81	3912
Milho, farelo glúten (60%)	92,88	68,28	1,27	1,66	0,03	0,84	1,12	35,21	30,79	5468
Pão, resíduo	85,39	15,15	1,57	2,52	0,19	0,33	1,02	6,13	0,79	3926

<sup>1</sup> Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

<sup>2</sup> MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio; P = fósforo; FB = fibra bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; EB = energia bruta.

<sup>3</sup> Nd = Não determinado.

Com relação ao teor de PB o farelo de glúten de milho foi o que apresentou maior valor, em relação aos outros alimentos avaliados e a farinha amilácea de babaçu apresentou o menor teor de PB.

Para o farelo de girassol o valor de PB no presente trabalho foi superior aos valores descritos por TAVERNARI (2008) – 28,09%; EMBRAPA (1991) – 28,54% e STRINGHINI et al., (2000) – 27,36%; porém foi inferior ao valor descrito por VALADARES FILHO et al., (2006) – 35,33%.

O farelo de glúten de milho apresentou teor de PB superior aos valores apresentados por ROSTAGNO et al., (2005) – 60,35%; RODRIGUES et al., (2001) – 62,15% e por BRUMANO et al., (2006) – 59,49%.

O farelo de babaçu apresentou valor de proteína bruta inferior ao determinado por BARBOSA et al., (1987); assim como o valor encontrado por CAVALCANTE et al., (2005); e, no entanto foi semelhante ao valor encontrado por ROSTAGNO et al., (1994).

O resíduo de pão avaliado neste trabalho apresentou valor de PB 36% superiores ao resíduo de panificação citado por VALADARES FILHO et al., (2006) – 9,70%.

Os valores de proteína bruta para os resíduos de macarrão e de biscoito foram semelhantes aos valores determinados por NUNES et al., (2001a).

O valor PB da farinha amilácea de babaçu foi o menor em relação aos outros alimentos avaliados; de acordo com DOMINGOS (2003) a farinha amilácea de babaçu é um alimento com reduzido valor nutricional, quando comparada às demais farinhas de sementes oleaginosas e que sob ponto de vista protéico, a farinha amilácea de babaçu pode ser classificada como pobre. Além disso, a farinha amilácea de babaçu apresentou valor de PB 5% inferior ao determinado por SILVA (2008), o qual apresentou valor igual a 2,01%.

Segundo OSBORN (1988) as sementes de leguminosas apresentam alto conteúdo protéico, sendo que a porcentagem de proteínas varia entre 16 e 33% para vários tipos de feijões. O feijão avaliado neste trabalho apresentou valor de PB superior a todas as variedades analisadas por PIRES et al., (2005). Há evidências de que fatores ambientais, como localização geográfica e estação do ano podem influenciar significativamente no conteúdo protéico de feijões (SATHE, 1984).

Pode ser verificada elevada variação na composição química das farinhas de carne e ossos, provavelmente em função de diferenças nas proporções das partes descartadas no abatedouro e dos métodos de processamento. SATORELLI (1998)

avaliou a composição química das dez principais farinhas de carne e ossos de Minas Gerais e observou valores de PB variando de 34,99% a 56,30%. Em vários trabalhos realizados, é possível observar grande variação no teor de PB da farinha de carne e ossos, (BRUM et al., 2002; TUCCI et al., 2003; NUNES et al., 2005; NUNES et al., 2006). Além disso, NUNES et al., (2005) relataram que o conteúdo de PB das farinhas de carne e ossos é inversamente proporcional à porcentagem de matéria mineral (MM), o que está diretamente relacionado com a proporção de ossos ou tecido cartilaginoso contidos na farinha.

De acordo com as várias classificações com relação ao teor de PB, nas quais, varia de 35% a 60% na matéria natural dada à farinha de carne e ossos segundo as Tabelas Brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005) a farinha avaliada neste trabalho se encontra na classe farinha de carne e ossos 51%. Desta forma, a farinha de carne e ossos avaliada neste presente trabalho apresentou valor de PB semelhante ao das tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 2005); porém 5% inferiores ao determinado por NERY (2005).

Com relação ao teor de PB do milho avaliado, foi inferior aos valores encontrados para as duas diferentes linhagens de milho estudadas por RODRIGUES et al., (2001); assim como os valores encontrados por NAGATA et al., (2004), os quais também foram superiores.

Observa-se que o valor de extrato etéreo (EE) do farelo de girassol avaliado foi inferior àqueles encontrados na literatura consultada: VALADARES FILHO et al., (2006), STRINGHINI et al., (2000), MANTOVANI et al., (2000) e TAVERNARI (2008).

O farelo de babaçu apresentou valor de EE superior aos determinados por: REZENDE (1979) – 0,29%; ROSTAGNO et al., (1994) – 4,60% e VALADARES FILHO et al., (2006) – 1,82%. No entanto, apresentou valor inferior ao encontrado por AIBINO (1980) – 7,49% e por SILVA (2006) – 5,87%.

Observa-se que o valor de EE para o resíduo de pão foi inferior ao citado para o resíduo de panificação por VALADARES FILHO et al., (2006) – 13,94%.

O resíduo de macarrão apresentou valor de EE inferior ao valor obtido por NUNES et al., (2001) – 1,17%.

O resultado de EE obtido para o resíduo de biscoito foi inferior ao valor citado por NUNES et al., (2001) – 11,89%.

Observa-se que a farinha amilácea de babaçu apresentou menor valor de EE obtido, em relação aos demais alimentos avaliados. Além disso, apresentou valor inferior ao obtido por (SILVA, 2008) de 1,88%.

Comparando-se os resultados obtidos para EE do farelo de glúten de milho, observa-se que foi inferior aos valores obtidos por, RODRIGUES et al., (2001) e por BARBOSA (2008). Porém, foi superior ao valor determinado por BRUMANO et al., (2006).

O valor de EE para o feijão foi inferior ao citado por VALADARES FILHO et al., (2006) – 1,41% na matéria natural.

A farinha de carne e ossos apresentou valor de EE diferente dos valores citados na literatura, como por exemplo: ALBINO (1980); ROSTAGNO et al. (1994); VIEITES (1999); NERY (2005); e ROSTAGNO et al., (2005).

Comparando-se o valor de EE do milho avaliado neste trabalho, observa-se que o valor encontrado por GOMES et al. (2008), foi superior, assim como os resultados obtidos por PINHEIRO et al. (2003) e por NAGATA et al. (2004).

Ao avaliar os teores de cálcio (Ca) e de fósforo (P) determinados neste trabalho, observa-se que a farinha de carne e ossos, foi o alimento que apresentou os maiores teores, em relação aos demais alimentos estudados.

Os teores de Ca e de P do farelo de girassol avaliado no presente trabalho, quando comparados aos teores obtidos por FURLAN et al., (2001) - 0,45% de Ca e 1,13% de P foram, superior ao teor de Ca e inferior ao teor de P. E também observa-se o mesmo para os valores citados por VALADARES FILHO et al., (2006): Ca – 0,67% e P – 0,84% (na matéria natural), foi superior para o Ca e inferior para o P.

O farelo de babaçu avaliado apresentou valor de Ca inferior ao obtido por CAVALCANTE et al., (2005) – 0,65% com base na matéria natural, porém apresentou valor de P superior ao descrito pelos mesmos autores – 0,82%, também com base na matéria natural. Além disso, tanto o teor de Ca quanto o de P do farelo de babaçu, foram superiores em 33% e em 64% respectivamente, àqueles descritos por VALADARES FILHO et al., (2000).

Os valores de Ca e de P obtidos para o resíduo de pão estudado neste trabalho foram superiores, tanto para o Ca quanto para o P em relação aos valores do resíduo de panificação citados por VALADARES FILHO et al., (2006).

O valor obtido para o teor de Ca do resíduo de macarrão foi semelhante ao descrito por NUNES et al., (2001a) e o teor de P foi superior ao descrito por ROSTAGNO et al., (2005).

O resíduo de biscoito estudado neste trabalho apresentou valor de Ca superior em 66% ao encontrado por NUNES et al., (2001a). Com relação ao teor de P, o farelo de biscoito apresentou valor superior em 18% ao citado por ROSTAGNO et al., (2005).

Tanto os valores de Ca quanto os valores de P da farinha amilácea de babaçu avaliada neste trabalho foram inferiores aos valores determinados por SILVA (2008).

Para o farelo de glúten de milho avaliado, observa-se que o valor de Ca foi inferior ao valor citado pelo NRC (1998), no entanto foi superior ao valor determinado por BRUMANO et al., (2006). O valor de P encontrado neste trabalho para o glúten de milho foi superior tanto para o valor descrito por RODRIGUES et al., (2001), quanto para aquele descrito por ROSTAGNO et al., (2005).

A farinha de carne e ossos avaliada neste trabalho apresentou valor de Ca superior ao determinado por NERY (2005), porém apresentou valor inferior aos determinados por ALBINO (1980) e por NUNES et al., (2005). Além disso, a farinha de carne e ossos apresentou baixo teor de P em relação ao valor descrito por VIEITES (1999) e por ROSTAGNO et al., (2005). Essas variações que ocorrem na composição e no valor energético dos ingredientes são mais evidentes nos subprodutos, uma vez que a obtenção desses nem sempre há padronização (TUCCI et al., 2003).

O resultado obtido para o teor de Ca do milheto avaliado foi inferior ao teor obtido por BASTOS et al., (2004) – 0,05% , porém foi superior ao valor descrito por ROSTAGNO et al., (2005) – 0,03%. Com relação ao teor de P, os resultados obtidos por RODRIGUES et al., (2001) para as duas variedades avaliadas, 0,26 % e 0,18 %, foram inferiores ao resultado obtido neste trabalho; assim como, também foi inferior o resultado obtido por GOMES et al., (2008) – 0,31%.

Tanto os valores de FDN (fibra em detergente neutro) quanto os valores de FDA (fibra em detergente ácido) do farelo de girassol estudado foram inferiores aos encontrados por SANTOS et al., (2005); porém, foram respectivamente superior e inferior aos valores citados por VALADARES FILHO et al., (2006), corrigidos para matéria natural, sendo FDN igual a 38,90% e FDA igual a 32,05%.

Os valores de FDN e de FDA do farelo de babaçu foram os maiores valores determinados em relação aos outros alimentos avaliados; visto que este alimento é resíduo da extração do óleo de coco de babaçu, constituído principalmente das partes

mais fibrosas do fruto, o mesocarpo, epicarpo e endocarpo (camadas que revestem as amêndoas) e também pelas amêndoas. Observa-se que os valores de FDN foi superior e semelhante para o FDA em relação aos valores encontrados por CAVALCANTE et al., (2005) . No entanto, o valor de FDN foi inferior e o valor de FDA superior em relação aos valores determinados VIEIRA et al., (2007).

O resíduo de pão apresentou tanto valor de FDN quanto de FDA inferiores aos valores descritos para o resíduo de panificação por VALADARES FILHO et al., (2006).

Para os resíduos de macarrão e de biscoito, os valores de FDN e de FDA foram inferiores aos descritos por ROSTAGNO et al., (2005), exceto para o valor de FDA do resíduo de macarrão, o qual foi superior. Entretanto, para o resíduo de macarrão, o valor de FDN foi inferior em 59% e o de FDA superior em 9% em relação aos valores obtidos por NUNES et al., (2001a).

A farinha amilácea de babaçu também apresentou elevados valores de FDN e de FDA. SILVA (2008) encontrou valor superior de FDN e inferior de FDA, com relação aos valores determinados neste trabalho.

Para o farelo de glúten de milho avaliado neste trabalho tanto os valores de FDN quanto os valores de FDA foram superiores aos valores determinados por ROSTAGNO et al., (2005), por BRUMANO et al., (2006), por RODRIGUES et al. (2001) e também por LIMA (2008).

O milho apresentou valores de FDN superior e de FDA inferior aos valores obtidos por NAGATA et al., (2004) – FDN igual a 16,26% e FDA igual a 5,15%; assim como PINHEIRO et al., (2003) também encontraram valor de FDN superior e de FDA inferior aos valores determinados para o milho estudado neste trabalho.

Com relação ao valor de energia bruta (EB) dos alimentos, o farelo de glúten de milho foi o que apresentou maior valor, em contra partida, a farinha amilácea de babaçu foi o que apresentou menor valor de energia bruta.

Comparando-se o valor de EB obtido para o farelo de girassol avaliado neste trabalho com o valor descrito por TAVERNARI (2008), nota-se que o valor foi superior ao alimento avaliado no presente trabalho, porém ao comparar com MANTOVANI et al., (2000) observa-se que foi inferior ao avaliado neste trabalho.

Observa-se que o farelo de babaçu apresentou ótimo conteúdo energético, no entanto, a grande limitação quanto ao seu uso, se deve principalmente ao seu elevado teor em fibra. O valor de EB do farelo de babaçu foi superior ao encontrado por BARBOZA et al., (1987) – 4162kcal/kg; assim como os valores determinados por

REZENDE (1979) – 4024kcal/kg, por ALBINO (1980) – 3828kca/kg e por VALADARES FILHO et al., (2006) – 3907kca/kg.

Para o resíduo de pão avaliado o valor EB obtido foram 12% inferior em relação ao valor do resíduo de panificação citado por VALADARES FILHO et al., (2006).

Observa-se no presente trabalho que o valor de EB do resíduo de macarrão foi superior e do resíduo de biscoito foi inferior aos valores encontrados por NUNES et al., (2001a); o resíduo de macarrão obteve valor de EB superior ao descrito por ROSTAGNO et al., (2005), porém o valor de EB do resíduo de biscoito foi semelhante ao descrito por ROSTAGNO et al., (2005).

Com relação à farinha amilácea de babaçu, o valor de EB determinado foi inferior, aos demais alimentos avaliados neste trabalho.

Comparando-se os valores de EB do farelo de glúten de milho, observa-se que foi superior ao valor encontrado por RODRIGUES et al., (2001) – 5247kca/kg, porém, foi inferior ao valor determinado por SILVA et al., (2003) – 5754kca/kg.

A farinha de carne e ossos apresentou valor de EB inferior aos valores encontrados por ALBINO (1980), por VIEITES (1999) e por NERY (2005); entretanto, apresentou valor superior ao determinado por ROSTAGNO et al., (2005). Estas diferenças na composição química e energética do alimento de origem animal eram esperadas e ressalta a importância de atualização destes valores para que sejam utilizados para calcular dietas mais precisas que atendam adequadamente as exigências dos animais.

O valor de EB do milheto do presente trabalho foi inferior aos valores encontrados para as duas variedades avaliadas por RODRIGUES et al., (2001), assim como os valores encontrados para as variedades avaliadas por NAGATA et al., (2004).

### **3.1 Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn)**

Os valores de EMA, de EMAn, dos coeficientes de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente (CMA) e dos coeficientes de metabolizabilidade da energia metabolizável aparente corrigida (CMAn) são apresentados na Tabela 4.

Segundo VIEITES (1999) diversos fatores podem afetar os valores de energia metabolizável dos alimentos, entre eles, o tipo de processamento, a idade das aves e os níveis de inclusão do alimento na dieta. Entretanto, de acordo com NUNES et al.,

(2005) o conteúdo de PB e de extrato etéreo (EE), e também a composição dos ácidos graxos e minerais, são os fatores que mais contribuem para as variações nos valores energéticos dos alimentos.

**Tabela 4** – Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), de coeficiente de metabolizabilidade aparente (CMA) e de coeficiente de metabolizabilidade aparente corrigida (CMAn) dos alimentos

<b>Alimentos</b>	<b>MS (%)</b>	<b>EMA Kcal/kg MN</b>	<b>EMAn Kcal/kg MN</b>	<b>CMA (%)</b>	<b>CMAn (%)</b>
Babaçu, farinha amilácea	86,27	1751	1731	47	47
Babaçu, farelo	93,75	1337	1116	29	24
Biscoito, resíduo	93,19	3380	3351	82	81
Carne e ossos, farinha (51%)	92,26	2686	2524	64	61
Feijão cru, moído	89,38	702	693	18	17
Girassol, farelo	88,34	1781	1607	41	37
Macarrão, resíduo	88,47	3541	3543	90	90
Milheto, moído	88,41	3065	3046	78	78
Milho, glúten farelo (60%)	92,88	3939	3826	72	70
Pão, resíduo	85,39	3549	3494	90	89

Os valores de EMA dos alimentos avaliados foram superiores aos valores de EMAn, exceto para o resíduo de macarrão. De acordo com NERY (2005), esta é uma característica normal quando os valores de energia metabolizável são determinados com aves em crescimento, pois nesta fase ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido protéico, esta é acentuada quando se faz correções pelas perdas endógenas e metabólicas.

Para CALDERANO (2008), a diferença entre EMA e EMAn, se caracteriza em um balanço positivo de nitrogênio, quando os valores de EMA são superiores aos valores de EMAn, indicando a ocorrência de retenção de nitrogênio pelas aves em crescimento. Porém, quando o balanço de nitrogênio é negativo, ou seja, quando há ocorrência de perda de peso e conseqüente degradação de tecido muscular os valores de EMA se tornam inferiores aos valores de EMAn.

Segundo NUNES (2003) é necessário corrigir os valores estimados de energia pelo balanço de nitrogênio. Visto que, durante o ensaio de metabolismo, é impossível assegurar que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento sendo necessário, a correção para o balanço de nitrogênio.

Observa-se que o feijão apresentou o menor valor de EMAn em relação aos outros alimentos avaliados e o glúten de milho apresentou o maior valor de EMAn.

O valor de EMAn do farelo de girassol foi inferior ao valor encontrado por TAVERNARI (2008); porém foi superior aos valores determinados por MANTOVANI et al., (2000) e por STRINGHINI et al., (2000). Segundo TAVERNARI (2008) os elevados níveis de fibra do farelo de girassol estão relacionados diretamente com sua baixa energia metabolizável e o aproveitamento dos nutrientes pelos animais monogástricos, o que consequentemente acarreta piora no desempenho produtivo destes.

O farelo de babaçu apresentou baixo valor de EMAn, uma vez que é um alimento rico em fibra, o que implica em uma degradação incompleta do alimento no sistema digestivo das aves, devido a fibra aumentar o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal. O valor de EMAn determinado no presente trabalho foi inferior aos valores determinados por ALBINO (1980), para frangos em diferentes idades (13-21 dias, 31-39 dias e 45-53 dias de idade).

O valor de EMAn para resíduo de pão foi inferior aos valores descritos tanto pelo NRC (1994) quanto pelo AERC (1989).

O valores encontrados de EMAn dos resíduos de macarrão e de biscoito foi superior para o resíduo de macarrão (3445kcal/kg) e inferior para o resíduo de biscoito (4010kcal/kg) citados por ROSTAGNO et al., (2005). No entanto, os valores de EMAn dos resíduos de macarrão e de biscoito avaliados foram inferiores em 10% e 23% respectivamente, em relação aos valores obtidos por NUNES et al., (2001a).

Com relação ao farelo de glúten de milho avaliado neste trabalho, observa-se que o valor de EMAn foi superior ao descrito por ROSTAGNO et al., (2005); assim como, também foi superior ao valor de EMAn descrito por BRUMANO et al., (2006); porém apresentou valor inferior ao valor de EMAn determinado com pintos de 22 a 26 dias de idade por RODRIGUES et al., (2001).

A farinha de carne e ossos avaliada neste trabalho apresentou valor de EMAn inferior ao citado por ROSTAGNO et al., (2005), no entanto, apresentou valores

superiores aos determinados por VIEITES (1999), o qual avaliou seis farinhas de carne e ossos e também por NERY (2005).

O resultado obtido para EMAn do milho avaliado neste trabalho, foi superior aos valores determinados para duas diferentes variedades, determinados por meio de coleta total de excretas descritos por NAGATA et al., (2004), e também por GOMES et al., (2008).

Para os coeficientes de metabolizabilidade aparente corrigida (CMAn) determinados neste trabalho, observa-se que o feijão apresentou menor valor de CMAn em relação aos demais alimentos avaliados, fato que pode ser explicado pela presença de fatores antinutricionais, e de acordo com BONETT et al., (2007) várias são as substâncias contidas no feijão que atuam como fatores antinutricionais, podendo destacar, os taninos, os fitatos, os inibidores de protease e as lectinas; os quais podem atuar inibindo a ação de enzimas digestivas; se complexar com os nutrientes (carboidratos, aminoácidos e minerais) prejudicando a absorção e utilização dos mesmos pelas aves. Estes fatores antinutricionais na maioria das vezes são inibidos por processos térmicos, uma vez que são considerados termolábeis; e o feijão utilizado neste experimento não sofreu nenhum tipo de processo térmico.

O valor de CMAn para o farelo de girassol foi inferior ao valor obtido por TAVERNARI (2008) - 44,77%, contudo, foi superior ao valor determinado por MANTOVANI et al., (2000) - 36,93%.

O farelo de torta de babaçu e o farelo de girassol também apresentaram baixa eficiência de metabolização da energia, possivelmente devido aos elevados valores de fibra (FDN e FDA) contidos nestes alimentos. A maior presença de fibra nos alimentos pode levar a um aumento no tempo de passagem dos mesmos pelo trato gastrintestinal provocando uma diminuição da digestibilidade de outros nutrientes como gordura e proteínas. Segundo D'AGOSTINI et al., (2004), as aves apresentam baixa metabolização da energia dos alimentos com alto teor de fibra.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÃO

O presente trabalho foi realizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foi realizado um ensaio biológico em baterias metálicas, utilizando o método tradicional de coleta total de excretas, com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) de 10 alimentos para aves. Os alimentos avaliados foram: Farelo de girassol, farelo de pão, farelo de biscoito, torta de babaçu, farinha amilácea de babaçu, feijão integral, farelo de macarrão, glúten de milho, farinha de carne e ossos, e milheto. Foram utilizados 396 pintos de corte da marca comercial Cobb, com 14 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com onze tratamentos (dez rações testes e uma ração referência) e seis repetições com seis aves cada. As aves receberam água e ração à vontade durante os dez dias do período experimental, sendo que os cinco dias iniciais foram destinados à adaptação as rações e ao ambiente; os cinco dias finais foram destinados à coleta de excretas. Os valores de EMA com base na matéria natural determinados com frangos de corte no período de 14 a 24 dias de idade são: Para o farelo de girassol, 1781kcal/kg; para farelo de babaçu, 1337kcal/kg; para o resíduo de pão, 3549kcal/kg; para o resíduo de macarrão, 3541kcal/kg; para o resíduo de biscoito, 3380kcal/kg; para a farinha amilácea de babaçu, 1750kcal/kg; para o feijão cru moído; 702kcal/kg; para o farelo de glúten de milho, 3939kcal/kg; para a farinha de carne e ossos, 2686kcal/kg e para o milheto moído, 3065kcal/kg. Os valores de EMAn com base na matéria natural determinados com frangos de corte no período de 21 a 28 dias de idades são: Para o farelo de girassol, 1607kcal/kg; para o farelo de babaçu, 1116kcal/kg; para o resíduo de pão, 3494kcal/kg; para o resíduo de macarrão, 3543kcal/kg; para o resíduo de biscoito, 3351kcal/kg; para a farinha amilácea de babaçu; 1731kcal/kg; para o feijão cru moído, 693kcal/kg; para o farelo de glúten de milho, 3826kcal/kg; para a farinha de carne e ossos, 2524kcal/kg e para o milheto moído, 3046kcal/kg.

## **CAPÍTULO II**

### **DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE VERDADEIRA DOS AMINOÁCIDOS DE ALGUNS ALIMENTOS PARA AVES**

#### **1. INTRODUÇÃO**

A avicultura de corte é um dos segmentos de maior crescimento no setor agropecuário, sendo também um dos mais competitivos no mercado externo.

Sendo a alimentação responsável pela maior parte dos custos de produção, tem-se buscado alternativas para torná-la mais eficiente, promovendo um maior ganho de peso e melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais.

No passado as rações eram formuladas visando maximizar o desempenho animal sem preocupações com excessos de nutrientes. As exigências eram estimadas em valores do conteúdo de proteína bruta (PB) da ração. Isso frequentemente resultou em rações com um conteúdo de aminoácidos superior ou, em desequilíbrio em relação às exigências reais dos animais. Demandou-se então a reformulação das rações visando à otimização da utilização da proteína pelo animal, relacionando fatores econômicos, ambientais e condições sanitárias.

O aproveitamento da fração protéica da ração tem reflexo direto sobre a conversão alimentar, a qualidade da carcaça e o ganho de peso dos animais. O desenvolvimento da nutrição animal, através do melhor conhecimento do metabolismo protéico, da melhor avaliação nutricional dos ingredientes, e a produção de aminoácidos industriais, possibilitou a otimização das rações e conseqüentemente atender às

exigências nutricionais em proteína e aminoácidos com o menor custo e o menor impacto negativo de poluição ambiental.

Dessa maneira é de extrema relevância a determinação dos coeficientes de digestibilidade e do conteúdo de aminoácidos digestíveis nos alimentos, uma vez que o conhecimento da digestibilidade dos nutrientes representa melhora na eficiência de utilização dos alimentos e aumento na precisão na formulação de rações (ROSTAGNO et al., 1999). Principalmente quando houver substituição dos alimentos tradicionais por alimentos alternativos, que pode resultar em rações deficientes em consequência da digestibilidade dos aminoácidos.

Assim o objetivo neste trabalho foi determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira de aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis dos alimentos: farelo de girassol, resíduo de pão, resíduo de biscoito, farelo de babaçu, farinha amilácea de babaçu, feijão cru moído, resíduo de macarrão, farelo de glúten de milho, farinha de carne e ossos e milheto moído.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um ensaio biológico no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG, nos quais se utilizaram o método de alimentação forçada com galos Leghorn adultos, cecectomizados, pesando em média 1,90Kg. Com objetivo de eliminar possíveis interferências no resultado foram realizadas cirurgias de cecectomia nos galos, de acordo com a técnica descrita por PUPA et al. (1998) que consiste de uma laparoscopia abdominal com anestesia local.

Os alimentos avaliados foram: farelo de girassol, resíduo de pão, resíduo de biscoito, farelo de babaçu, farinha amilácea de babaçu, feijão cru moído, resíduo de macarrão, farelo de glúten de milho, farinha de carne e ossos e milho moído.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, onde cada tratamento era composto por seis repetições com um galo por unidade experimental. Simultaneamente seis galos foram mantidos nas mesmas condições experimentais, em jejum, receberam apenas água; para determinação das perdas endógenas e metabólicas de aminoácidos.

As temperaturas médias registradas no interior do galpão durante o período experimental foram: Máxima = 28,18°C e mínima = 17,9°C.

Os galos foram alojados em gaiolas individuais de baterias metálicas e, durante um período de adaptação de cinco dias, receberam alimentação em dois turnos de uma hora cada, sendo uma pela manhã e a outra à tarde, com o objetivo de dilatar o papo. Posteriormente, foram submetidos a um período de jejum de 36 horas, para esvaziar o trato digestivo. Após o jejum, foram forçados a consumirem 30 g do alimento teste, por meio de um funil, via esôfago até o papo, que foram divididos em dois períodos de fornecimento, às 7 e 17 horas, a fim de evitar regurgitações.

A coleta total de excretas foi feita em intervalos de 12 horas, em bandejas revestidas com plásticos, acondicionadas ao piso das gaiolas de cada galo, por um período de 56 horas após o fornecimento da primeira porção do alimento. O material recolhido foi quantificado e armazenado em congelador a -20°C. Ao final do período de coleta, as amostras foram liofilizadas e homogeneizadas, possibilitando a determinação dos valores de matéria seca e nitrogênio total, juntamente com as amostras dos alimentos. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, segundo metodologias

descritas por SILVA (2002b) e as análises dos aminoácidos dos alimentos e das excretas foram realizadas no Laboratório Ajinomoto Nutrição Animal.

Conhecendo-se as quantidades de aminoácidos ingeridos e excretados, bem como a fração endógena obtida com galos em jejum, foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido dos alimentos, utilizando a fórmula proposta por ROSTAGNO & FEATHERSTON (1977):

$$CDV_{aa} = \frac{aa \text{ ing} - (aa \text{ exc} - aa \text{ end})}{aa \text{ ing}} \times 100$$

Em que:

CDV<sub>aa</sub> = coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos;

aa ing = quantidade em g do aminoácido ingerido;

aa exc = quantidade em g do aminoácido excretado e,

aa end = quantidade em g do aminoácido endógeno.

### 3. RESULTADOS E DICUSSÃO

#### 3.1 Composição em aminoácidos totais

A composição em PB e em aminoácidos totais (essenciais e não essenciais) dos alimentos avaliados é apresentada nas Tabelas 2 e 3.

Nota-se que o farelo de girassol apresentou ligeira variação na composição aminoacídica em relação ao avaliado por TAVERNARI (2008), o conteúdo em aminoácidos essenciais totais foi superior assim como, o conteúdo em aminoácidos não essenciais totais também foi superior, exceto para o aminoácido tirosina, o qual foi inferior. O teor em lisina encontrado neste trabalho (0,94%) foi superior ao valor citado pela EMBRAPA (1991) – 0,90%, porém foi inferior aos valores citados por SAUVANT et al., (2004) – 1,00%, e por STRINGHINI et al., (2000) – 0,95%.

Os valores de aminoácidos totais do resíduo de panificação obtidos foram superiores aos valores citados por VALADARES FILHO et al., (2006), vez que o teor em PB determinado neste trabalho foi superior.

O conteúdo em aminoácidos totais do resíduo de macarrão foi inferior aos valores citados por ROSTAGNO et al., (2005), assim como, também foi inferior aos valores determinados por NUNES et al., (2001b), exceto para os aminoácidos metionina, o qual foi superior e alanina, o qual foi semelhante aos valores determinados neste trabalho.

Os valores para o conteúdo em aminoácidos totais do resíduo de biscoito, foram inferiores, para todos os aminoácidos avaliados em relação aos valores citados por ROSTAGNO et al. (2005), assim como os valores determinados por NUNES et al., (2001b) também foram inferiores.

A farinha amilácea de babaçu apresentou baixo conteúdo tanto em aminoácidos essenciais, quanto em aminoácidos não essenciais, uma vez que, este ingrediente apresentou baixo teor protéico, apenas 1,91% de PB na matéria natural.

**Tabela 2** – Matéria seca, proteína bruta e aminoácidos essenciais totais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS%	PB%	Aminoácidos essenciais totais (%)									
			Lis	Met	Met+Cist	Tre	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe
Babaçu, farinha amilácea	86,27	1,91	0,10	0,03	0,08	0,11	0,11	0,11	0,08	0,16	0,05	0,10
Babaçu, farelo	93,75	19,49	0,66	0,44	0,60	0,61	2,34	0,93	0,63	1,23	0,36	0,88
Biscoito, resíduo	93,19	7,35	0,07	0,06	0,11	0,12	0,10	0,16	0,12	0,24	0,06	0,15
Carne e ossos, farinha (51%)	92,26	50,95	2,34	0,62	1,18	1,58	3,52	2,06	1,31	2,98	0,75	1,63
Feijão, cru, moído	89,38	26,38	1,15	0,22	0,44	0,79	1,15	0,91	0,78	1,40	0,49	1,01
Girassol, farelo	88,34	31,65	0,94	0,62	1,18	1,11	2,41	1,48	1,23	1,92	0,69	1,38
Macarrão, resíduo	88,47	12,66	0,23	0,18	0,46	0,33	0,46	0,46	0,39	0,80	0,24	0,55
Milheto, moído	88,41	9,22	0,29	0,24	0,47	0,44	0,50	0,62	0,49	1,21	0,25	0,56
Milho, glúten farelo (60%)	92,88	68,28	1,00	1,44	2,86	2,19	1,92	2,99	2,52	12,88	1,25	3,98
Pão, resíduo	85,39	15,15	0,24	0,19	0,52	0,40	0,51	0,55	0,46	0,89	0,26	0,62

Lis (lisina), Met (metionina), Met + Cist (metionina + cistina), Tre (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina).

**Tabela 3** – Matéria seca, proteína bruta e aminoácidos não essenciais totais dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS %	PB %	Aminoácidos não essenciais totais (%)						
			Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Gli
Babaçu, farinha amilácea	86,27	1,91	0,12	0,20	0,20	0,05	0,07	0,13	0,13
Babaçu, farelo	93,75	19,49	0,83	1,64	3,75	0,16	0,44	0,86	0,89
Biscoito, resíduo	93,19	7,35	0,12	0,20	0,69	0,05	0,09	0,17	0,10
Carne e ossos, farinha (51%)	92,26	50,95	3,84	3,44	5,60	0,56	1,04	1,98	7,57
Feijão, cru moído	89,38	26,38	0,75	2,03	2,69	0,22	0,59	1,04	0,72
Girassol, farelo	88,34	31,65	1,29	2,68	5,90	0,56	0,73	1,31	1,70
Macarrão, resíduo	88,47	12,66	0,37	0,49	3,71	0,28	0,31	0,55	0,41
Milheto, moído	88,41	9,22	0,93	0,87	2,23	0,24	0,32	0,55	0,34
Milho, glúten farelo (60%)	92,88	68,28	6,72	3,98	15,57	1,42	3,19	3,68	1,68
Pão, resíduo	85,39	15,15	0,44	0,59	4,15	0,34	0,34	0,63	0,51

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina).

Comparando-se o farelo de glúten de milho avaliado por BRUMANO et al., (2006) observa-se que os aminoácidos arginina e ácido aspártico apresentaram valores inferiores, enquanto os demais aminoácidos apresentaram valores superiores, exceto para a histidina, a qual foi semelhante, em relação ao glúten estudado. E também, o farelo de glúten de milho apresentou valores de aminoácidos totais semelhantes aos descritos por ROSTAGNO et al., (2005).

O conteúdo em aminoácidos essenciais totais da farinha de carne e ossos foi inferior ao obtido por NERY (2005), exceto para metionina + cistina (1,08%) a qual foi superior. Além disso, os valores de aminoácidos totais, tanto os essenciais, quanto os não essenciais foram inferiores aos valores encontrados por VIEITES et al., (1999) exceto para o aminoácido metionina, o qual foi superior.

Os valores de aminoácidos totais obtidos para o milho foram inferiores aos descritos por ROSTAGNO et al., (2005). No entanto, quando comparados aos valores obtidos por BASTOS et al., (2004), observa-se que apresentou valores semelhantes para os aminoácidos totais. Ao comparar com aos valores de aminoácidos totais citados por VALADARES FILHO et al., (2006), observa-se que foram diferentes dos valores encontrados neste trabalho. Estas diferenças observadas nos valores de aminoácidos totais podem ser devido às variações entre cultivares, climas, fertilidade do solo, além do processamento a que os alimentos são submetidos (ALBINO et al., 1987).

### 3.2 Coeficientes de digestibilidade e aminoácidos digestíveis verdadeiros

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos dos alimentos avaliados neste trabalho são apresentados nas Tabelas 4 e 5 e o conteúdo de aminoácidos digestíveis expressos na matéria natural, são apresentados nas Tabelas 6 e 7.

Observa-se que houve variação no coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos avaliados, quando comparados à literatura. De acordo com FISCHER JR. (1997) estas variações ocorrem em função da composição química e também por variações nos valores de excreção endógena dos aminoácidos, o que não padroniza as perdas endógenas. O que pode ser observado com os variados valores de perdas endógenas determinados com aves em jejum, citados por alguns autores (Apêndice B).

Entre os dez alimentos avaliados, observa-se que o feijão foi o que apresentou os menores valores de coeficientes de digestibilidade para os 17 aminoácidos estudados. O que provavelmente pode ser explicado pela presença de fatores antinutricionais como: os inibidores de protease, entre outros, contidos nos grãos de feijão cru. HUISMAN (1991) comenta que os fatores antinutricionais, os quais interferem na digestão, absorção e utilização de nutrientes, dão aos vegetais uma proteção natural contra o ataque de bactérias, de insetos e de aves, causando distúrbios nos seus processos digestivos. Segundo PUPA (1995) fatores antinutricionais como inibidores de tripsina e de quimotripsina, de lectinas, de compostos fenólicos e de saponinas, presentes em muitas sementes causam o efeito depressivo sobre a digestão e utilização da proteína.

Para o farelo de girassol avaliado, os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais foram inferiores aos valores determinados por TAVERNARI (2008), exceto para os aminoácidos lisina, metionina e valina, os quais foram superiores. Com relação aos aminoácidos não essenciais, observa-se que os valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira foram superiores para os aminoácidos alanina e ácido glutâmico, enquanto os demais (cistina, ácido aspártico, serina e tirosina) foram inferiores aos valores encontrados pelo mesmo autor.

**Tabela 4** – Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, na matéria natural

Alimentos	Coeficientes de digestibilidade verdadeira aminoácidos essenciais (%)										
	Lis	Met	Met+Cist	Treo	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe	Média
Babaçu, farinha amilácea	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Babaçu, farelo	58,1	83,64	51,77	57,23	80,1	79,24	75,4	76,97	62,81	77,44	70,27
Biscoito, resíduo	91	84,58	95,57	61,4	87,7	75,3	79,54	84,73	90,4	89,22	83,94
Carne e ossos, farinha (51%)	78,9	81,78	76,02	71,13	82,7	81,62	82,78	83,38	76,25	82,68	79,73
Feijão, cru moído	49,4	36,35	33,64	28,54	52,5	27,07	35,02	31,66	38,89	30,97	36,40
Girassol, farelo	81,4	89,25	81,38	76,46	89,4	87,91	87,88	88,2	83,21	87,46	85,25
Macarrão, resíduo	94,1	93,77	95,92	77,89	93,4	90,74	94,68	95,75	96,6	96,9	92,98
Milheto, moído	93,4	94,32	88,12	82,8	96,7	93,17	92,76	95,05	94,81	93,59	92,47
Milho, glúten farelo (60%)	86,1	96,18	91,9	88,73	92,4	94,19	94,28	97,85	91,61	95,68	92,89
Pão, resíduo	89,0	90,48	83,93	81,2	90,8	93,91	93,13	95,17	91,75	95,2	90,48

Lis (lisina), Met (metionina), Met + Cist (metionina + cistina), Treo (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina), nd (não determinado).

**Tabela 5** – Coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais dos alimentos, expressos em percentagem, na matéria natural

Alimentos	Coeficiente de digestibilidade aminoácidos não essenciais (%)							
	Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Glic	Média
Babaçu, farinha amilácea	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Babaçu, farelo	72,6	71,2	80,26	nd	58,94	70,7	37,97	65,28
Biscoito, resíduo	66,9	66,4	88,28	94,37	83,96	69,76	97,45	81,02
Carne e ossos, farinha (51%)	81	57,3	76,29	69,67	78,98	69,83	71,1	72,03
Feijão, cru moído	38,3	31,2	43,23	30,97	34,43	25,61	nd	33,95
Girassol, farelo	86,6	84,3	92,01	74,37	84,74	77,67	50,63	78,61
Macarrão, resíduo	89,3	83,6	97,66	94,18	95,16	85,58	94,41	91,42
Milheto, moído	94,35	89,13	95,26	81,92	92,66	87,95	44,95	83,74
Milho, glúten farelo (60%)	97,3	90,7	96,58	86,58	95,87	93,09	61,32	88,78
Pão, resíduo	89,8	83,9	97,72	85,35	93,46	88,67	90,43	89,91

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina), nd (não determinado).

**Tabela 6** – Matéria seca, proteína bruta e aminoácidos essenciais digestíveis dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS%	PB%	Aminoácidos essenciais digestíveis (%)									
			Lis	Met	Met+Cist	Tre	Arg	Val	Ile	Leu	His	Phe
Babaçu, farinha amilácea	86,27	1,91	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Babaçu, farelo	93,75	19,49	0,38	0,37	0,31	0,35	1,88	0,74	0,47	0,94	0,23	0,68
Biscoito, resíduo	93,19	7,35	0,06	0,05	0,11	0,07	0,09	0,12	0,10	0,21	0,05	0,14
Carne e ossos, farinha (51%)	92,26	50,95	1,85	0,51	0,90	1,12	2,91	1,68	1,08	2,48	0,57	1,35
Feijão, cru moído	89,38	26,38	0,57	0,08	0,15	0,23	0,60	0,25	0,27	0,44	0,19	0,31
Girassol, farelo	88,34	31,65	0,77	0,56	0,96	0,84	2,16	1,30	1,08	1,69	0,57	1,21
Macarrão, resíduo	88,47	12,66	0,21	0,17	0,44	0,25	0,43	0,41	0,37	0,76	0,23	0,53
Milheto, moído	88,41	9,22	0,27	0,22	0,41	0,36	0,48	0,57	0,45	1,15	0,24	0,53
Milho, glúten farelo (60%)	92,88	68,28	0,86	1,38	2,62	1,95	1,78	2,82	2,38	12,60	1,14	3,81
Pão, resíduo	85,39	15,15	0,22	0,17	0,44	0,31	0,46	0,51	0,43	0,85	0,24	0,59

Lis (lisina), Met (metionina), Met + Cist (metionina + cistina), Tre (treonina), Arg (arginina), Val (valina), Ile (isoleucina), Leu (leucina), His (histidina), Phe (fenilalanina), nd (não determinado).

**Tabela 7** – Matéria seca, proteína bruta e aminoácidos não essenciais digestíveis dos alimentos, expressos em porcentagem na matéria natural

Alimentos	MS %	PB %	Aminoácidos não essenciais digestíveis (%)						
			Ala	Asp	Glu	Cis	Tir	Ser	Gli
Babaçu, farinha amilácea	86,27	1,91	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Babaçu, farelo	93,75	19,49	0,38	1,17	3,01	nd	0,26	0,61	0,34
Biscoito, resíduo	93,19	7,35	0,08	0,13	0,60	0,05	0,07	0,12	0,09
Carne e ossos, farinha (51%)	92,26	50,95	3,11	1,97	4,27	0,39	0,82	1,38	5,38
Feijão, moído	89,38	26,38	0,29	0,63	1,16	0,07	0,20	0,27	nd
Girassol, farelo	88,34	31,65	1,12	2,26	5,43	0,41	0,62	1,02	0,86
Macarrão, resíduo	88,47	12,66	0,33	0,41	3,62	0,26	0,29	0,47	0,39
Milheto, moído	88,41	9,22	0,87	0,78	2,12	0,19	0,29	0,48	0,15
Milho, glúten farelo (60%)	92,88	68,28	6,54	3,61	15,04	1,23	3,06	3,43	1,03
Pão, resíduo	85,39	15,15	0,39	0,5	4,06	0,29	0,32	0,56	0,46

Ala (alanina), Asp (ácido aspártico), Glu (ácido glutâmico), Cis (cistina), Tir (tirosina), Ser (serina), Gli (glicina), nd (não determinado)

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira tanto dos aminoácidos essenciais, quanto não essenciais do farelo de babaçu foram baixos, visto que é um alimento rico em fibra. A baixa velocidade de degradação das fibras pelas aves, aliada ao elevado tempo de passagem dos alimentos pelo trato digestivo das mesmas, contribuem para a obtenção dos baixos valores dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos em alimentos com elevado teor em fibra (NERY, 2005).

O resíduo de macarrão apresentou valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais superiores aos valores determinados por NUNES et al., (2001b), exceto para os aminoácidos treonina e arginina, os quais foram superiores. Com relação aos coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais observa-se que os valores determinados inferiores aos obtidos pelo mesmo autor, exceto para os aminoácidos, ácido glutâmico e serina, os quais foram superiores.

Os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais do resíduo de biscoito foram diferentes dos valores citados por ROSTAGNO et al., (2005); além disso, os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais foram inferiores aos determinados por NUNES et al., (2001b) exceto para os aminoácidos cistina e tirosina, os quais foram superiores.

Observando os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais do farelo de glúten de milho, nota-se que os valores determinados neste trabalho foram superiores aos determinados por BRUMANO (2005) exceção para a leucina que foi inferior e para a valina que foi semelhante. Já os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais foram inferiores, com exceção da alanina, a qual foi superior aos valores encontrados pelo mesmo autor. E também os valores de coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais foram inferiores aos valores encontrados por RODRIGUES et al., (2001).

Excetuando a leucina, os coeficientes de digestibilidade verdadeira para os aminoácidos essenciais da farinha de carne e ossos determinados no presente trabalho foram diferentes dos valores determinados por NERY (2005) assim como, os valores citados por ROSTAGNO et al., (2005). Enquanto que, os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos não essenciais foram inferiores aos valores encontrados por VIEITES et al., (1999).

O milho apresentou coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais diferentes das duas variedades avaliadas por RODRIGUES et al., (2001). Assim como os valores citados por ROSTAGNO et al., (2005) também foram diferentes, exceto para a arginina, que apresentou valor semelhante ao determinado neste trabalho.

Os valores de aminoácidos digestíveis essenciais e não essenciais do farelo de girassol foram diferentes dos valores descritos por SAUVANT et al., (2004). De maneira geral, estes valores foram superiores aos determinados por TAVERNARI (2008).

Dentre os aminoácidos digestíveis do farelo de babaçu, observa-se que o ácido glutâmico foi o que apresentou maior valor e a histidina o menor valor.

Observa-se que, entre os valores de aminoácidos digestíveis essenciais do resíduo de pão avaliado a metionina apresentou menor valor enquanto que para os aminoácidos não essenciais a cistina foi a que obteve o menor valor.

O resíduo de macarrão apresentou valores de aminoácidos digestíveis essenciais superiores aos valores citados por ROSTAGNO et al., (2000), sendo que para os aminoácidos metionina + cistina e isoleucina, os valores foram inferiores. Já os valores de aminoácidos não essenciais para o ácido aspártico, o ácido glutâmico e a serina foram superiores; e os valores para os aminoácidos alanina e tirosina foram inferiores, em relação aos valores determinados por NUNES et al., (2001b).

Os valores de aminoácidos digestíveis tanto essenciais quanto não essenciais do resíduo de biscoito avaliado foram inferiores aos valores determinados por NUNES et al., (2001b). Assim como, também foram inferiores aos valores citados por ROSTAGNO et al., (2005).

Dos resultados obtidos para os aminoácidos digestíveis essenciais do feijão avaliado neste trabalho, observa-se que a arginina apresentou o maior valor, e a metionina o menor valor.

O farelo de glúten de milho apresentou valores de aminoácidos digestíveis diferentes dos valores citados por SAUVANT et al. (2004), exceto para a isoleucina, a qual foi semelhante ao valor citado por estes autores. Os valores de aminoácidos digestíveis essenciais foram superiores aos valores encontrados por BRUMANO (2005), exceto para os aminoácidos lisina, arginina e histidina, os quais foram inferiores; assim como, os valores de aminoácidos não essenciais determinados neste

trabalho foram superiores aos encontrados pelo referido autor, exceto para a glicina, a qual foi inferior.

Os valores de aminoácidos digestíveis essenciais para farinha de carne e ossos foram inferiores, exceto para isoleucina e metionina + cistina, as quais foram superiores em relação aos valores encontrados por NERY (2005); com relação aos aminoácidos digestíveis não essenciais, os valores determinados neste trabalho foram inferiores aos valores descritos por NERY (2005), exceto para cistina, a qual foi superior. Com exceção da cistina, todos os valores de aminoácidos digestíveis da farinha de carne e ossos foram inferiores aos valores citados por SAUVANT et al. (2004). Os valores de aminoácidos digestíveis essenciais foram inferiores, exceto para a fenilalanina, a qual foi superior ao valor citado por ROSTAGNO et al., (2000). Estas diferenças encontradas entre os alimentos demonstram a importância de estar sempre atualizando os dados, não só de composição, mas também de digestibilidade de nutrientes contidos nos alimentos, para que se possa formular rações mais exatas possíveis, a fim de atender as exigências nutricionais dos animais, evitando desperdício ou falta de nutrientes.

O milho apresentou valores de aminoácidos digestíveis essenciais diferentes dos valores citados por ROSTAGNO et al., (2000), exceto para os aminoácidos metionina + cistina e isoleucina, os quais foram semelhantes aos valores determinados neste trabalho. Além disso, apresentou valores de aminoácidos digestíveis essenciais inferiores aos valores citados por ROSTAGNO et al., (2005).

#### 4. RESUMO E CONCLUSÃO

Foi realizado um ensaio biológico no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, a fim de determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e os valores de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves. Os alimentos foram: Farelo de babaçu, farelo de girassol, farelo de glúten de milho, farinha amilácea de babaçu, farinha de carne e ossos, feijão cru moído, milho moído, resíduo de biscoito, resíduo de macarrão e resíduo de pão. Utilizou-se a metodologia da alimentação forçada descrita por SIBBALD (1979) com galos Leghorn adultos cecectomizados, pesando em média 1,90kg. Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, constituído por dez tratamentos e seis repetições com um galo por unidade experimental. Os tratamentos eram representados pelos alimentos avaliados. Os galos foram mantidos por um período de jejum de 36 horas, para esvaziar o trato gastrintestinal, e em seguida os galos foram forçados a consumirem 30g de alimento, fornecidos em dois períodos (8 e 16 horas). As coletas foram realizadas durante o período de 56 horas, as coletas foram realizadas duas vezes ao dia. Simultaneamente, foram mantidos seis galos em jejum para realizar as correções das perdas metabólicas e endógenas de aminoácidos, totalizando 66 galos utilizados durante o experimento. Ao final das coletas, as excretas obtidas foram pesadas e liofilizadas e após foram processadas e então realizadas as análises laboratoriais e determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos. Os valores médios de coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não essenciais em porcentagem foram respectivamente: 85 e 79 para o farelo de girassol; 70 e 65 para farelo de babaçu; 91 e 90 para o resíduo de pão; 93 e 91 para o resíduo de macarrão; 84 e 81 para o resíduo de biscoito; 36, e 34 para o feijão cru moído; 93 e 89 para o farelo de glúten de milho 60%; 80 e 72 para a farinha de carne e ossos; e 92 e 84 para o milho moído. Não foram determinados os coeficientes de digestibilidade para a farinha amilácea de babaçu.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T. **Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades.** Viçosa – MG, 1980. 55p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

ALBINO, L. F. T.; FIALHO, E. T.; BLUME, E. Energia metabolizável e composição química de alguns alimentos para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.3, p.184-192, 1986.

ALBINO, L.F.T.; COELHO, M.G.R.; RUTZ, F. et al. Valores energéticos e de triptofano de alguns alimentos determinados, em aves jovens e adultas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22 p. 1301-1306, 1987.

ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** Viçosa – MG, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B. et al. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energéticas dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 6, p. 1037-1046, 1992.

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. Viçosa, 1996. **Anais...** Viçosa: UFV, p. 303-318, 1996.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n. 2, p. 157-162, 2001.

AERC. 1989. **European table of energy values for poultry feedstuffs.** 3.ed. 84p.

BACK, A. **Desafios atuais da sanidade avícola, frangos de corte e perus.** In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 27º CONFERÊNCIA FACTA. Porto Alegre, 2009. **Anais...** p. 211 – 215, 2009.

BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; COELHO, L. S. S. et al. **Análise proximal, proteína digestível, energia digestível e metabolizável de alguns alimentos para suínos.** Comunicado Técnico n. 127. EMBRAPA-CNPSA, Novembro, p.1- 2, 1987.

BASTOS, A. O.; MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E. M. et al. Utilização do milheto (*Penisetum glaucum* (L.) Brown) grão na alimentação de suínos na fase inicial (15 – 30 kg de peso vivo). **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1915 – 1919, 2004.

BATAL, A. B.; PARSONS, C. M. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. **Poultry Science**, v. 81, p.400 - 407, 2002.

BELLAVER, C.; BRUM, P. A. R.; LIMA, G. M. M. et al. Substituição parcial do farelo de soja pela farinha de vísceras de aves em dietas balanceadas com base na proteína e em aminoácidos totais ou digestíveis para frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n. 3, 2001.

BLAS, C.; MATEOS, G. G.; REBOLAR, P. G. et al. **Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos.** 2ª ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, FEDNA, 253p, 2003.

BONETT, L.P.; BAUMGARTHER, M.S.T.; KLEIN, A. C. et al. Compostos nutricionais e fatores antinutricionais do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Arquivos de Ciência da Saúde**, v. 11, n. 3, p. 235 – 246 2007.

BORGES, F. M. O., ROSTAGNO, H. S., BAIÃO, N. C. et al. **Avaliação de métodos para estimar energia metabolizável em alimentos para aves.** In: REUNIÃO da SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA, 35, Botucatu, 1998a. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998a, p. 386-388, 1998a.

BORGES, F. M. O.; ROSTAGNO, H. S.; RODRIGUEZ, N. M. et al. Metodologia de alimentação forçada em aves. I - **Efeito dos níveis de consumo de alimento na avaliação da energia metabolizável**. In: REUNIÃO SOCIEDADE BRASILEIRA de ZOOTECNIA. Botucatu, 35, 1998b. **Anais...** Botucatu: FMVZ-UNESP, 1998, p. 389-391, 1998b.

BORGES, F. M. O.; ROSTAGNO, H. S.; SAAD, C. E. P. et al. Avaliação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte utilizando diferentes metodologias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 6, p. 722 – 733, 2003.

BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos para frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p.2297 – 2302, 2006.

BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L.; LIMA, G. J. M. M. et al. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 995-1002, 2000.

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

CALDERANO, A. A.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. et al. Valores de composição química e de energia de alimentos de origem vegetal determinados com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 320 – 326, 2010.

CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Composição química e energética de amostras de milho submetidas a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 358 – 364, 2004.

CARVALHO, D. C. O.; ALBINO, L. F. T.; VARGAS JR, J. G. et al. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e valores de aminoácidos digestíveis do milho submetido a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, n.5, p. 850-856, 2009.

CAFÉ, B.; SAKOMURA, N. K.; JUNQUEIRA, O. M. et al. Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira Ciência Avícola**, v. 2, n. 1, p. 59 - 66, 2000.

D'AGOSTINI, P. **Composição química, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. Viçosa – MG, 2001. 64p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2001.

D'ADOSTINI, P.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T. Valores de composição química e energética de alguns alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 1, p. 128 – 134, 2004.

DALE, N. M.; PESTI, G.M.; ROGERS, S. R. True metabolizable energy of dried bakery product. **Poultry Science**, v.69, n.1, p.72-75, 1990.

DALE, N. Ingredient analysis table: 1999 edition. **Feedstuffs**, v.71, n.31, p.24-31, 1999.

DOMINGOS, R. N. **Fermentação da farinha do mesocarpo do coco do babaçu (Orbignya sp), pela ação de Rhizopus microsporus var. oligosporus**. Rio Claro - SP, 2003. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2003.

DOLZ, S.; DE BLAS, C. Metabolizable energy of meat and bone meal from Spanish rendering plants as influenced by level of substitution and method of determination. **Poultry Science**, v. 71, n. 2, p. 316-322, 1992.

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

FARIA, D. E.; SANTOS, A. L. **Exigências nutricionais de galinhas poedeiras.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2<sup>a</sup> ed., 2005, Viçosa. **Anais...** p.315 – 329, 2005.

FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, v. 19, n. 1, p.303-308, 1978.

FARREL, D. J.; RAHARJO, Y. **Ileal digestion of dietary amino acids in poultry feedstuffs.** In: MARYLAND NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS. **Proceedings...**p. 26-34, 1982.

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, p.54-69, 1987.

FISCHER JR., A. A. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves.** Viçosa, UFV, 1997. 55p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

FLORES, M. P.; CASTANON, J. I. R. Effects of level of feed input on true metabolizable energy values and their additivity. **Poultry Science**, v. 70, n.6, p.1381-1385, 1991.

FONOLLA, J.; PRIETO, C.; SANZ, R. Influence of age on the nutrient utilization of diets for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 06, p. 405-411, 1981.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R. et al. Efeito do processamento da soja integral sobre a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1938 – 1949, 2005.

FREITAS, E. R.; SAKOMURA, N. K.; EZEQUIEL, J. M. B. et al. Efeito da formulação de rações para frangos de corte com utilização de valores de energia metabolizável dos alimentos determinados por diferentes métodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n.1, p. 107 – 115, 2006.

FURLAN, A. C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A. E. et al. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 158 - 164, 2001.

GOMES, P. C.; RODRIGUES, M. P.; ALBINO, L. F. T. et al. Determinação da composição química e energética do milho e sua utilização em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.9, p. 1617 – 1621, 2008.

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **Journal Nutrition**, v.64, n.3, p.587-604, 1958.

KESSLER, J. W.; NGUYEN, T. H.; THOMAS, O. P. The amino acid excretion values in intact and cecectomized negative control roosters used for determining metabolic plus endogenous urinary losses. **Poultry Science**, v. 60, p. 1567 – 1577, 1981.

LIMA, I. L. **Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. Viçosa, 1996. **Anais...** Viçosa: UFV, p. 389-402, 1996.

LIMA, R. B. **Avaliação nutricional de derivados da moagem úmida do milho para frangos de corte industrial**. Recife – PE, 2008. 70p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

MANTOVANI, C.; FURLAN, A. C.; MURAKAMI, A. E. et al. Composição química e valor energético do farelo e da semente de girassol para frangos de corte. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 745 – 749, 2000.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W.; et al. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Universit of Connectficut Storrs. Agricultural Experiment Station Research Report**, v.11, 11p., 1965.

MEJIA, A. M. G.; FERREIRA, W. M. **Métodos de avaliação da disponibilidade da proteína e dos aminoácidos nos alimentos para não ruminantes**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE MONOGÁSTRICOS, Seropédica, RJ. **Anais...**, Seropédica, 1996.

MORATA, R. L.; TAVERNARI, F. C.; VIEIRA, R. A. et al. Valores nutricionais de alguns alimentos para frangos de corte. **Suplemento Revista Brasileira de Ciência Avícola – Prêmio Lamas**, v.10, p.53, 2008.

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F. et al. Energia metabolizável de alguns alimentos energéticos para frangos de corte determinada por ensaios metabólicos e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 668 – 677, 2004.

NACIMENTO, A. H.; SILVA, M. A.; LIMA, I. L. **Níveis nutricionais utilizados para frangos de corte pela indústria no Brasil**. IN: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, Viçosa: UFV, p. 331-348, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 155p, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of swine**, 10.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 189p, 1998.

NERY, L. R. **Valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. Viçosa – MG, 2005. 87p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

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

NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros e equações de predição dos aminoácidos digestíveis do grão e de subprodutos do trigo para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 774 – 784, 2001b.

NUNES, R. V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa – MG, 2003. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

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

OSBORN, T. C. Genetic control of beans seed protein. **Crit. Rev. Plant Sci.**, v.7, p.93-116, 1988.

PARSONS, C. M.; POTTER, L. M.; BROWN, J. R. Effects of dietary protein and intestinal microflora and excretion of amino acids in poultry. **Poultry Science**. v. 61, n.3, p. 639 - 645, 1982.

PARSONS, C. M. Disponibilidade de aminoácidos em alimentos para aves. **Associação Americana de Soja**. p. 1-8, 1991.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. **The concept and usage of ideal proteins in the feeding of non ruminants**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual do Paraná, p. 119-128, 1994.

PENZ JR., A. M.; KESSLER, A. M.; BRUGALLI, I. **Novos conceitos de energia para aves.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal de Porto Alegre, 1999. p.1-24.

PENZ, A. M. J. **Digestibilidade de fontes de proteína de origem vegetal.** In: XI CONGRESSO NACIONAL DE LA AMENA E I CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRICIÓN ANIMAL, Cancun-México: 2003. p.133-144, 2003.

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

PINHEIRO, M. S. M.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F. et al. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo.** V. 2, n.2, p. 99 – 109, 2003.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; CRUZ, G. A. D. R. et al. Composição química de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n.2, p. 157 -162, 2005.

PUPA, J. M. R. **Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados.** 1995. 63p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

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

RESENDE, R. C. **Composição e valor energético de cinco alimentos para suínos e aves.** 1979. 44p. Tese. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1979.

RODRIGUES, P. B.; MARTINEZ, R. S.; FREITAS, R. T. F. et al. Influência do tempo de coleta e metodologia sobre a digestibilidade valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 882 – 889, 2005.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1767 – 1778, 2001.

RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Desempenho de frangos de corte, digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de rações formuladas com vários milhos, suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 171 -183, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; FEATHERSTON, W. R. Estudo de métodos de determinação de disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.64 – 75, 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, Piracicaba, 1990. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 11 - 30, 1990.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. **Tabelas Brasileiras**, Viçosa – MG. Viçosa, 1994. 61p.

ROSTAGNO, H. S.; PUPA, J. M. R.; PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. **Journal Applied Poultry Science**, n. 4, p. 293 – 299, 1995.

ROSTAGNO, H. S.; NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T. **Aminoácidos totais e digestíveis para aves.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES. Campinas, SP. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 65-83, 1999.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 141p, 2000.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 186p, 2005.

SAKOMURA, N. K.; BIANCHI, M. D.; PIZAURO Jr, J. M. et al. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 924 – 935, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p, 2007.

SANTOS, Z. A. S.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. et al. Valor nutricional de alimentos para suínos determinados na Universidade Federal de Lavras. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.1, p. 232 – 237, 2005.

SATHE, S. K.; DESHPANDE, S. S.; SALUNKHE, D. K. Dry beans of Phaseolus. A review. I – Chemical composition: proteins. CRC Crit. **Revista Food Sciences Nutrition**, v.20, n.5, p.31-39, 1984.

SATORELLI, S. A. A. **Uso de farinha de carne e ossos em rações de frangos de corte**. Lavras – MG, 1998. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1998.

SAUVANT, D.; PEREZ, J. M.; TRAN, G. **Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero: cerdos, aves, bovinos, ovinos, caprinos, conejos, caballos, peces**. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, Spain. 2004.

SCAPIM, M. R. S.; LOURES, E. G.; ROSTAGNO, H. S. et al. Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Acta Scientarum Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 91 -98, 2003.

SCHUTTE, J. B. **Differences in dietary energy value of feedstuffs between young and adult birds**. In: MINI SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, Viçosa, 1998. **Anais...** Viçosa - MG, p.7-14, 1998.

SIBBALD, I. R. A bioassay for metabolizable energy in feeding stuffs. **Poultry Science**, v.55, n.1, p.303-308, 1976.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 42, n. 1, p. 13-25, 1963.

SIBBALD, I. R. The effect of the age of the assay bird on the true metabolizable energy values of feedings stuffs. **Poultry Science**, v.78, n.4, p.1008-1012, 1978.

SIBBALD, I. R.; MORSE, P. M. Effects of the nitrogen correction and of feed intake on true metabolizable energy values. **Poultry Science**, v.62, n.1, p.138-142, 1983.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. 2002. **Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**, 3ª ed, Viçosa: UFV. 235p.

SILVA, J. H. V.; SILVA, M. B.; SILVA, E. L. et al. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1912 – 1918, 2003.

SILVA, E. P.; RABELLO, C. B. V.; LIRA, R. C. et al. Estimativas das perdas endógenas e metabólicas em frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, V. 1, p. 115 – 121, 2006.

SILVA, T. C. P. **Substituição do farelo de trigo pela torta de babaçu na alimentação de vacas mestiças em lactação.** 2006. 30p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

SILVA, N. R. **Desempenho produtivo de bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha amilácea de babaçu.** 2008. 78p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Tocantins, 2008.

SOARES, R. K.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos para pintos de corte na fase pré-inicial. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v. 29, n. a, p. 238 – 244, 2005.

SON, J. H.; KARASAWA, Y.; NAHM, K. H. Effect of caeectomy on growth, moisture in excreta, gastrointestinal passage time and uric acid excretion in growing chicks. **British Poultry Science**, v. 41, n.1, p.72-74, 2000.

STRINGHINI, J.H.; CAFÉ, M.B.; FERNANDES, C.M. et al. Avaliação do valor nutritivo do farelo de girassol para aves. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.1, n.2, p.123 - 126, 2000.

TAVERNARI, F.C. **Digestibilidade dos aminoácidos e valores energéticos do farelo de girassol e sua inclusão na ração de frangos de corte.** Recife – PE, 2008. 78p. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008.

TITUS, H.W. Scientific feeding of chickens. **Beltsville Research Center, Maryland.** 343p., 1955.

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

VALADARES FILHO, S. C. **Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos.** In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA SB, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa, 2000. p. 267- 330.

VALADARES FILHO, S. C. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa, 329 p., 2006.

VIEITES, F. M.; ALBINO, L. F. T.; SOARES, P. R. et al. **Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinha de carne e ossos para aves**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

VIEITES, F. M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 75p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

VIEIRA, M. M. M.; CAVALCANTE, M. A. B.; NEIVA, J. N. M. et al. Valor nutritivo de silagens de capim elefante contendo níveis de farelo de babaçu. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 214, p. 257 – 260, 2007.

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

WALDROUP, P. W.; HILLARD, C. M.; MITCHELL, R. J. Sunflower meal as a protein supplement for broiler diets. **Feedstuffs**, v.42, n.43, p.41, 1970.

WOLYNETZ, M. N.; SIBBALD, I. R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v.63, n.7, p.1386-1399, 1984.

## **APÊNDICES**

## Apêndice A

**Quadro 1** – Descrição dos alimentos avaliados neste trabalho

<b>Alimentos</b>	<b>Descrição</b>
Babaçu, farinha amilácea	Subproduto obtido a partir da industrialização do coco de babaçu. É oriunda do processo de pelagem do coco, que consiste na retirada do mesocarpo e epicarpo por extração mecânica. Após a extração do mesocarpo e epicarpo separa-se mecanicamente o epicarpo do mesocarpo por meio de peneiras, após procede-se a moagem do mesocarpo, isento de impurezas, o qual irá constituir a farinha amilácea de babaçu
Babaçu, farelo	Resíduo resultante da extração do óleo do fruto do babaçu por pressão mecânica ou por solventes
Biscoito, resíduo	Resíduo da produção de biscoito
Carne e ossos, farinha (51%)	Resíduo de graxarias e frigoríficos, constituída de ossos e tecidos animais, seco e triturado, resultante do cozimento a seco de cortes em geral e limpezas de carcaças
Feijão, integral moído	Amostra de grão de feijão moído
Girassol, farelo	Subproduto da extração do óleo por esmagamento
Macarrão, resíduo	Resíduo da produção de macarrão
Milheto, moído	Amostra de grão de milheto moído
Milho, glúten farelo (60%)	Subproduto obtido através da separação e concentração do glúten extraído do milho por processo de moagem úmida, apresenta-se sob a forma de pó amarelado com odor característico
Pão, resíduo	Resíduo de panificação

## Apêndice B

**Quadro 2** – Valores médios de excreção endógena de aminoácidos determinados com galos cecectomizados

Aminoácido	mg AA endógeno/ave <sup>1,2</sup>	NERY (2005) mg AA endógeno/ave <sup>3</sup>	D'AGOSTINI (2001) mg AA endógeno/ave <sup>4</sup>	VIEITES (1999) mg AA endógeno/ave <sup>5</sup>
Lisina	26,38	34,89	37,56	36,94
Arginina	25,32	33,53	39,73	41,38
Isoleucina	13,96	27,10	26,64	26,91
Leucina	24,62	47,51	51,60	51,49
Metionina	6,27	16,24	21,40	13,14
Me+Cist	22,84	38,93	25,32	54,90
Fenilalanina	18,12	30,67	27,08	31,65
Treonina	31,11	33,20	34,78	53,43
Glicina	93,86	50,05	56,73	111,22
Valina	21,05	45,58	36,13	53,04
Histidina	14,32	26,04	12,75	41,38
Alanina	18,35	37,95	35,32	40,29
Ác. Aspártico	34,88	49,61	51,98	61,21
Ác. Glutâmico	52,18	88,52	82,49	91,46
Cistina	16,56	71,55	3,92	29,55
Tirosina	15,64	27,94	29,53	26,21
Serina	28,73	51,06	46,77	55,07

<sup>1</sup> Valores médios determinados neste trabalho;

<sup>2</sup> Peso médio dos galos = 1,90kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas;

<sup>3</sup> Peso médio dos galos = 2,40kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas;

<sup>4</sup> Peso médio dos galos = 2,15kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas;

<sup>5</sup> Peso dos galos = 2,42kg; jejum de 36 horas para limpeza do trato digestivo e 56 horas de coleta das excretas.