



**EVELYN CRISTINA DE OLIVEIRA**

**VALORES ENERGÉTICOS DO MILHO E DO  
FARELO DE SOJA PARA AVES DE  
DIFERENTES CATEGORIAS ZOOTÉCNICAS**

**LAVRAS – MG**

**2015**

**EVELYN CRISTINA DE OLIVEIRA**

**VALORES ENERGÉTICOS DO MILHO E FARELO DE SOJA PARA  
AVES DE DIFERENTES CATEGORIAS ZOOTÉCNICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Paulo Borges Rodrigues

Coorientadores

Dr. Édison José Fassani

Dra. Renata Ribeiro Alvarenga

**LAVRAS – MG**

**2015**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Oliveira, Evelyn Cristina de.

Valores energéticos do milho e do farelo de soja para aves de diferentes categorias zootécnicas / Evelyn Cristina de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2015.

42 p.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador: Paulo Borges Rodrigues.

Bibliografia.

1. Avicultura. 2. Alimentos. 3. Nutrição. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

**EVELYN CRISTINA DE OLIVEIRA**

**VALORES ENERGÉTICOS DO MILHO E FARELO DE SOJA PARA  
AVES DE DIFERENTES CATEGORIAS ZOOTÉCNICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 17 de julho de 2015.

Dr. Édison José Fassani                      UFLA

Dr. Márcio Gilberto Zangerônimo        UFLA

Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior        UFRPE

Dr. Paulo Borges Rodrigues  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2015**

*Aos meus pais, Edson e Edinéia, e a minha irmã, Ellen, meus maiores  
incentivadores.*

*Ao meu sobrinho, Vitor, é ele quem faz meus dias mais felizes.*

*Ao Bráulio, que sempre esteve ao meu lado.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo dom da vida;

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado;

À Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, - FAPEMIG e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal – INCT CA, pelo apoio financeiro;

Ao meu orientador, Prof. Paulo Borges Rodrigues, pela orientação, confiança e paciência;

Aos professores dos Departamentos de Zootecnia e Medicina Veterinária, em especial aos meus coorientadores Prof. Édison José Fassani e Profa. Renata Ribeiro Alvarenga, pelos ensinamentos e disposição em contribuir com esta pesquisa;

Ao prof. Antônio Gilberto Bertechini, por todo auxílio durante o desenvolvimento desse trabalho;

Ao Laboratório de Biomateriais – UFLA, em nome do prof. Paulo Trugilho e da pós-doutoranda Isabel, pela disposição e auxílio;

À Granja Loureiro, pelo apoio prestado às nossas pesquisas;

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia e Laboratório de Nutrição Animal, em especial, Luis Carlos (Borginho), Binho, Zélia, Flávio, Márcio e Eliana, por toda atenção e ajuda prestada ao longo do curso;

À banca examinadora, prof. Édison José Fassani, prof. Márcio Gilberto Zangerônimo e prof. Wilson Moreira Dutra Júnior, pelas contribuições para o enriquecimento desse trabalho;

Ao Sérgio, Eduardo, David, Fernanda, Nicole, Sebastian, Bruna, Diovanna, André, Taciany, Juliana, Marcos Túlio, Ariane, Camila e Pedro, por tornarem possível a realização desse trabalho e, acima de tudo, pela amizade;

Aos amigos, Tacy, Alécio, Fernanda e Bruna pela companhia, amizade e companheirismo. E à Alessandra e Ademar, pelo acolhimento e amizade.

## **AUTOBIOGRAFIA**

**Evelyn Cristina de Oliveira** – nascida em 23 de janeiro de 1988, na cidade de Poços de Caldas, Minas Gerais, filha de Edson de Oliveira e Edinéia Bastos de Oliveira.

Ingressou em 2007 no curso de Agronomia na Universidade Federal de Lavras (UFLA), graduando-se em junho de 2011. Em agosto desse mesmo ano ingressou no curso de Zootecnia na mesma instituição, colando grau em abril de 2014.

Nesse tempo iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Não Ruminantes e submetendo-se à defesa de dissertação em 17 de julho de 2015 para obtenção do título de mestre.



## RESUMO GERAL

O adequado fornecimento de energia dietética é determinante para que se alcance o máximo desempenho zootécnico das aves. Para que isso seja possível, é necessário o conhecimento preciso dos valores de energia dos alimentos. Porém, a grande maioria dos estudos realizados para determinar os valores de energia dos alimentos são realizados com frangos de corte e, posteriormente, esses valores são extrapolados para as demais categorias e espécies de aves. Portanto, este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar os valores de energia metabolizável do milho e do farelo de soja para diferentes categorias e espécies de aves. Foram utilizadas um total de 450 aves de diferentes categorias, sendo 36 galos adultos Leghorn, com 36 semanas de idade; 72 frangas Isa Brown, com 13 semanas de idade; 72 galinhas em postura Isa Brown, com 25 semanas de idade; 180 codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em crescimento, com 21 dias de idade; 90 pintos machos em crescimento Coob 500®, com 21 dias de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $5 \times 2 + 1$ , sendo composto por cinco categorias/espécies (galos, pintos, galinhas, frangas e codornas) e dois alimentos teste (milho e farelo de soja), com 6 repetições cada. Os alimentos teste substituíram ração referência em 40% e 30%, respectivamente para o milho e o farelo de soja. Foi determinado o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio igual a zero (EMAn). Os dados foram submetidos à análise de variância e, significativos, quando comparados pelo teste de Scott-Knot a 5% de significância. Houve interação das diferentes categorias/espécies e os alimentos teste para o CMMS, sendo que para o milho maior CMMS foi encontrado para frangas, enquanto para o farelo de soja maior CMMS foi encontrado para pintos. Não houve interação das categorias/espécies e alimentos testes para o CMEB, desta forma o CMEB do milho foi superior ao do farelo de soja e maiores CMEB foram encontrados para galos, frangas e codornas. Houve interação significativa entre categorias/espécies e alimentos teste para EMA e EMAn. Para o milho maiores EMA e EMAn foram encontrados para galos, frangas e codornas. Já para o farelo de soja maiores valores de EMA foram determinados com pintos, galos e codornas e, maiores valores de EMAn foram encontrados para codornas. Conclui-se que são necessários mais estudos para se determinar os valores de energia dos alimentos especificamente para as diferentes espécies e categorias de aves.

Palavras-chave: Avicultura. Alimentos. Nutrição.

## ABSTRACT

Providing the appropriate amount of dietary energy is determining to achieve maximum zootechnical performance. To make this possible, the knowledge of the accurate feed energy values is necessary. However, the majority of the studies conducted to determine feed energy levels are conducted with broiler chickens and, posteriorly, these values are extrapolated to other categories and species of birds. This work was conducted with the objective of determining the values of metabolizable energy of maize and soybean meal for different categories and species of birds. We used a total of 450 birds of different categories, being 36 adult Leghorn cocks, with 36 weeks of age; 72 Isa Brown pullets, with 13 weeks of age; 72 Isa Brown laying hens, with 25 weeks of age; 180 Japanese quails (*Coturnix japonica*) in growth, with 21 days of age; 90 male Coon 500<sup>®</sup> chicks in growth, with 21 days of age. The experimental design was completely randomized, in 5 x 2 + 1 factorial scheme, comprised of five categories/species (cocks, chicks, hens, pullets and quails) and two test feeds (maize and soybean meal), with 6 replicates each. The test feeds substituted the standard feed in 40% and 30%, respectively, for maize and soybean meal. We determined the dry matter coefficient of metabolizability (DMCM), crude energy coefficient of metabolizability (CECM), apparent metabolizable energy (AME) and the corrected apparent metabolizable energy for nitrogen balance equal to zero (AMEn). The data were submitted to variance analysis and, when significant, compared by the Scott-Knott test at 5% of significance. There was interaction between the different categories/species and the test feeds for DMCM, with higher DMCM occurring, for maize, in pullets, while, for soybean meal, the highest DMCM was occurred for chicks. There was no interaction between categories/species and test feeds for CECM. The highest values of CECM for maize were superior to those found for soybean meal, and the highest values of CECM occurred for cocks, pullets and quails. There was significant interaction between categories/species and test feeds for AME and AMEn. For maize, the highest values of AME and AMEn were found for cocks, pullets and quails. For soybean meal, the highest values of AME were determined for chicks, cocks and quails and the highest values of AMEn were found for quails. We concluded that more studies are necessary to determine feed energy values, especially for different species and categories of birds.

Keywords: Aviculture. Feeds. Nutrition.

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> ..... 11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> ..... 13
<b>2.1</b>	<b>Valores energéticos dos alimentos</b> ..... 13
<b>2.2</b>	<b>Determinação dos valores de energia dos alimentos para diferentes espécies e categoria de aves</b> ..... 16
	<b>REFERÊNCIAS</b> ..... 19
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGO</b> ..... 23	
	<b>ARTIGO 1 Energia metabolizável do milho e farelo de soja para aves em diferentes categorias</b> ..... 23

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO**

A demanda por produtos avícolas nos mercados interno e externo é crescente, por isso é constante a procura por uma produção de aves eficiente e que proporcione a expressão do máximo desempenho produtivo. A nutrição é um dos fatores que influencia diretamente na produtividade do setor e há uma preocupação para que a dieta atenda adequadamente às necessidades nutricionais dos animais. Para isso, diversos ingredientes são combinados na formulação de rações, mas, para que isso seja viável, é primordial o conhecimento preciso dos valores energéticos dos alimentos. A energia, além de ser vital para que todas as funções celulares sejam realizadas normalmente, possui uma relação estreita com o consumo de nutrientes já que modula a ingestão de alimentos pelas aves.

Existem muitas maneiras de se expressar os valores de energia, como energia bruta (EB), digestível (ED), metabolizável (EM), verdadeira (EV) e líquida (EL). Entretanto, a forma mais utilizada no cálculo de rações para aves é a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn). Diversos fatores podem influenciar seus valores, como a idade, raça, sexo e espécie dos animais, a forma de processamento, o balanço de nitrogênio (BN), a granulometria, o nível de substituição à ração referência e a composição química dos alimentos. Mesmo assim, muitos dos valores de energia de alimentos determinados com uma espécie são extrapolados para outras, o que se deve às dificuldades existentes para se determinar esses valores *in vivo*. Porém, essa prática não é considerada ideal já que o aproveitamento dos nutrientes contidos nos alimentos pelos animais pode ser diferente para espécie/categoria distintas.

A precisão dos valores de energia dos alimentos pode influenciar diretamente o desempenho do animal e, conseqüentemente, a lucratividade da

atividade avícola. Portanto, faz-se necessária a avaliação contínua de ingredientes comumente utilizados nas dietas afim de manter a acurácia e a qualidade nutricional das formulações de rações. Assim, o objetivo neste trabalho foi determinar os valores de energia dos alimentos para diferentes espécies e categorias zootécnicas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Valores energéticos dos alimentos**

A energia pode ser definida como a capacidade de realizar trabalho. Sakomura et al. (2014) destacam que, do ponto de vista biológico, durante o processo de oxidação dos constituintes orgânicos dos alimentos há liberação de energia, portanto, a composição energética do alimento está relacionada ao seu valor nutritivo. A energia representa o produto gerado pela transformação dos nutrientes durante o metabolismo (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994). Pode-se dizer então que a energia resultante da metabolização dos nutrientes e que torna possível a realização de trabalho representa parte do valor energético dos alimentos, uma vez que há perdas endógenas, como por exemplo a energia perdida na forma de calor.

Barreto et al. (2007) destacaram que, apesar de a energia não ser considerada um nutriente, ela é importante como componente nutricional e é determinante no desempenho produtivo do animal por modular a eficiência alimentar e/ou melhorar a taxa de crescimento, impactando diretamente o retorno econômico da atividade. Dessa forma, durante o processo de balanceamento de rações, é imprescindível o conhecimento acurado dos valores energéticos dos alimentos.

Existem diversas maneiras de se expressar os valores de energia dos alimentos, como energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL). A EB resulta da oxidação total da matéria orgânica dos alimentos que é liberada na forma de calor e pode ser medida através de uma bomba calorimétrica, nutricionalmente a EB não possui importância já que não representa a energia disponível para ser utilizada pelo animal. A ED é obtida através da subtração da EB contida nas fezes da EB

dos alimentos, ou seja, durante o processo de digestão parte da energia é absorvida e esta fração é representada pela ED. A forma em que normalmente é expressa a energia presente nos alimentos para aves é a EM já que estes animais, em função de modificações fisiológicas e anatômicas, excretam conjuntamente as fezes e a urina. Assim, a EM corresponde à diferença entre a EB da ração e a EB presente nas excretas. Em função da metodologia utilizada na determinação dos valores da EM pode-se expressar os valores de energia encontrados na forma de EM aparente (EMA) ou EM verdadeira (EMV), sendo que ao determinar a EMV considera-se que parte da energia presente nas excretas é proveniente de perdas endógenas. A EL, por sua vez, é obtida através da subtração do incremento calórico da EM, assim ela considera perdas de energia na forma de calor.

A EM pode ser determinada de forma direta através do emprego de diferentes metodologias, como os ensaios biológicos ou não biológicos. Dentre os tipos de ensaios biológicos pode-se citar o método tradicional de coleta total de excretas (SIBBALD; SLINGER, 1963), a alimentação precisa (SIBBALD, 1976) e o método rápido (FARREL, 1978). Já os ensaios não biológicos são as determinações através de métodos *in vitro*. Zhao et al. (2014) ressaltaram que, dentre as técnicas utilizadas, os ensaios *in vivo* se destacam por obter maior precisão. Entre os métodos citados, a forma mais utilizada é a tradicional de coleta total de excretas na determinação dos valores de energia dos alimentos e de rações (SIBBALD; SLINGER, 1963), uma vez que além de ser considerada precisa ainda é menos onerosa e fácil de ser aplicada quando comparada às demais metodologias.

Na determinação da EM dos alimentos para aves é comum a correção dos valores energéticos para o balanço de nitrogênio igual a zero, uma vez que o nitrogênio retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos que contêm energia, como o ácido úrico (SIBBALD, 1982). Nunes et al. (2008) ressaltam a importância de se corrigir os valores estimados de energia para

balanço de nitrogênio já que, segundo esses autores, não se pode afirmar que durante um ensaio de metabolismo todos os animais apresentarão a mesma taxa de crescimento. Desta forma, a correção para balanço de nitrogênio igual a zero permite padronizar e reduzir variações nos valores de EMA dos alimentos medidos em diferentes condições, permitindo assim que sejam realizadas comparações entre os valores encontrados.

O balanço de nitrogênio consiste na diferença entre as quantidades de nitrogênio ingerido e excretado pelo animal (MELLO et al., 2012). Assim, Hill e Anderson (1957) propuseram um valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido, valor referente à energia equivalente ao ácido úrico quando esse é completamente oxidado. Dessa forma, é possível obter-se a EMA e EMV corrigidas para balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn).

Silva et al. (2008) destacaram que os valores de energia de um determinado alimento são resultantes da relação da composição química e características físicas do alimento com as características anatômicas e fisiológicas da ave em questão. Assim, podem-se citar vários fatores que podem influenciar os valores estimados de EMA, como a metodologia utilizada, idade da ave, o sexo, espécie e o processamento dos alimentos (BRUMANO et al., 2006; FREITAS et al., 2005; MELLO et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2002; SAKOMURA et al., 2004). Desta forma, o conhecimento preciso dos valores de energia dos alimentos, bem como da matriz nutricional como um todo, é uma importante ferramenta para melhoria do desempenho zootécnico e econômico (ANDRADE, 2014).



## **2.2 Determinação dos valores de energia dos alimentos para diferentes espécies e categoria de aves**

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1969) define alimento como sendo toda substância ou mistura de substâncias, no estado sólido, líquido, pastoso ou qualquer outra forma adequada, destinadas a fornecer elementos normais à formação, manutenção e desenvolvimento do organismo. Os animais são capazes de aproveitar energia e nutrientes da dieta e atingir seu máximo potencial produtivo, entretanto, para que isso seja possível, é necessário que as rações forneçam nutrientes em quantidade e qualidade adequadas.

O milho, óleo de soja, o farelo de soja e farinhas de origem animal são citados como principais componentes de rações para aves (SILVA et al., 2009; RODRIGUES et al., 2013), o que é relacionado ao seus aportes energéticos e de aminoácidos. Cruz et al. (2008) destacaram que cerca de 70 a 80% do milho produzido no Brasil é consumido na alimentação de aves e suínos. De acordo com Vieira et al. (2007) o milho, além de ser o principal alimento energético, é ainda responsável por 20, 10 e 25% da proteína, lisina e metionina + cistina, respectivamente, presentes na dieta. Estes autores observaram uma variação de 608 kcal (3.405 a 4.013 kcal) nos valores de EMAn de diferentes híbridos de milho, ressaltando a variabilidade existente nos valores de energia dos alimentos e, por sua vez, a importância da atualização constante dos valores energéticos dos alimentos.

Juntamente com o milho, o farelo de soja também possui grande importância na fabricação de rações, sendo que, juntos, podem representar até 90% dos constituintes da ração (LEANDRO et al., 2001). Esses dois alimentos se destacam de tal maneira que o crescimento do setor avícola brasileiro é associado à grande disponibilidade desses grãos no país (BELUSSO; HESPANHOL, 2010).

Porém, a disponibilidade de insumos não é o suficiente para que a produção seja eficiente, Rodrigues et al. (2013) enfatizaram a importância da combinação adequada entre alimentos proteicos e energéticos para atender adequadamente às exigências nutricionais, visando ao desempenho ótimo dos animais. De acordo com Generoso et al. (2008), a formulação precisa de rações só é possível a partir do conhecimento da disponibilidade de energia dos alimentos e de sua composição química.

A energia presente nos alimentos pode variar em função, principalmente, de sua composição química (FARIDI et al., 2013), porém Silva et al. (2008) ressaltaram que além da composição química as características físicas do alimento e características inerentes à ave, como aspectos fisiológicos e anatômicos da espécie e categoria animal utilizada, influenciam nos valores de EM. As espécies animais aproveitam de forma diferente os alimentos, portanto a extrapolação de valores de energia obtidos de uma espécie para outra não nos fornece dados precisos para a formulação de dietas e se torna então um entrave para os nutricionistas (SILVA et al., 2003). Essa extrapolação era realizada comumente para os valores de energia dos alimentos nas diferentes espécies, uma vez que as metodologias empregadas para a determinação desses valores demandam tempo e são onerosas.

Nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) foram descritos diferentes valores de EM para aves, sem especificação de espécie, e para galinhas ou aves adultas. Sabe-se que as determinações dos valores para aves, em sua maioria, foram determinadas com frangos de corte ou galos adultos. Para o cálculo dos valores de EM de alimentos para galinhas ou aves adultas esses autores se basearam em pesquisas que concluíram que os valores de energia dos alimentos para estes animais são superiores aos determinados com frangos de corte e, por isso, utilizaram um fator de correção em função do extrato não nitrogenado não digerido e fibra bruta ( $EM_{galinhas} =$

$EM_{aves} + 0,3ENDF$ ). Os valores de EM para codornas não são demonstrados, apesar de essas aves apresentarem características anatômicas, fisiológicas e comportamentais distintas das demais espécies/categorias.

Furlan et al. (1999) ao compararem a EMAn da farinha de carne e ossos (FCO) obtidos em ensaio *in vivo* com codornas japonesas aos encontrados na literatura para frangos de corte observaram que os valores determinados eram, de modo geral, inferiores. Por outro lado, Gomes et al. (2007) ao trabalharem com codornas japonesas obtiveram valores de EMAn superiores em 6,27% para a FCO quando comparados aos valores apresentados por Rostagno et al. (2005), determinados para frango de corte ou galinha poedeira. Gomes et al. (2007) destacam que essas diferenças podem estar relacionadas à falta de padronização deste alimento, porém Moura et al. (2010) ao trabalharem com alimentos de origem vegetal, como farelo de soja e milho, encontraram resultados semelhantes. Assim, não se pode desconsiderar a possibilidade da própria espécie atuar como fator causando tais variações.

De acordo com Santomá apud Murakami e Franco (2004), o tamanho e comprimento dos órgãos do trato gastrointestinal, hábitos alimentares e algumas particularidades fisiológicas fazem com que cada espécie de ave responda de uma maneira diferente às características do alimento que irão influenciar no seu aproveitamento e, conseqüentemente, na energia disponível.

Desta forma, é importante que os valores de energia sejam determinados especificamente para cada espécie e categoria animal.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. C. de. **Avaliação da correção da energia metabolizável pelo balanço de nitrogênio em alimentos para frangos de corte.** 2014. 75 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.
- BARRETO, S. L. de t. et al. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 79–85, 2007.
- BELUSSO, D.; HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Percursos**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 25–51, 2010.
- BRASIL, A. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. Institui normas básicas sobre alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 out. 1969. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/836d7c804745761d8415d43fbc4c6735/dec\\_lei\\_986.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/836d7c804745761d8415d43fbc4c6735/dec_lei_986.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 5 fev. 2015.
- BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2297–2302, 2006.
- CRUZ, J. C. et al. **A cultura do milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517 p.
- FARIDI, A. et al. Predicting the metabolizable energy content of corn for ducks : a comparison of support vector regression with other methods. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 11, n. 4, p. 1036–1043, Mar. 2013.
- FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 303-308, June 1978.
- FREITAS, E. R. et al. Efeito do Processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1938–1949, 2005.

FURLAN, A. C. et al. Avaliação de alguns alimentos para codornas japonesas ( *Coturnix coturnix japonica* ). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 21, n. 3, p. 717–720, 1999.

GENEROSO, R. A. R. et al. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 7, p. 1251–1256, 2008.

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

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 64, p. 587–603, Nov. 1957.

LEANDRO, N. S. M. et al. Efeito da Granulometria do Milho e do Farelo de Soja sobre o Desempenho de Codornas Japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1266–1271, 2001.

MELLO, H. H. de C. et al. Determination of digestible isoleucine : lysine ratio in diets for laying hens aged 42-58 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 5, p. 1313–1317, 2012.

MELLO, H. H. de C. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 863–868, 2009.

MOURA, A. M. A. et al. Determinação da energia metabolizável de alimentos para codornas japonesas em postura . **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 178–183, fev. 2010.

MURAKAMI, A. E.; FRANCO, J. R. G. Nutrição de codornas japonesas em postura. **Anais...**Brasília: ABZ, 2004.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155 p.

NUNES, R. V. et al. Coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta de diferentes ingredientes para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 89–94, 2008.

RODRIGUES, P. B. et al. Alimentos e exigências nutricionais de codornas japonesas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 5.; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 4., 2013, Lavras. **Anais...** Lavras: NECTA, 2013. p. 134.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras de aves e suínos**. 3. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2011. 252 p.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 2. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2005. 189 p.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 924–935, 2004.

SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. 678 p.

SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 62, n. 4, p. 983–1048, 1982.

SIBBALD, I. R. The true metabolizable energy values of several feedingstuffs measured with roosters, laying hens, turkeys and broiler hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 4, p. 1459-1463, Dec. 1976.

SIBBALD, J. 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 the evaluation of fats. **Poultry Science**, Champaign, v. 42, n. 2, p. 313-325, Mar. 1963.

SILVA, E. P. da et al. Valores energéticos de ingredientes convencionais para aves de postura comercial. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 91–100, jan./mar. 2009.

SILVA, J. H. V. da et al. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas ( *Coturnix coturnix japonica* ). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1912–1918, 2003.

SILVA, R. B. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 269–275, nov. 2008.

VIEIRA, R. D. O. et al. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 832–838, 2007.

ZHAO, F. et al. Using a computer-controlled simulated digestion system to predict the energetic value of corn for ducks. **Poultry Science**, Champaign, v. 93, n. 6, p. 1410–20, June 2014.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGO**

**ARTIGO 1 Energia metabolizável do milho e farelo de soja para aves em  
diferentes categorias**

**Oliveira, E. C.; Rodrigues, P. B. et al.**

**Artigo redigido conforme normas da Revista *Animal Feed Science and  
Technology*.**



## **Energia metabolizável do milho e farelo de soja para aves em diferentes categorias**

### **RESUMO**

Foi realizado um experimento para determinar os valores de energia do milho e do farelo de soja para diferentes categorias e espécies de aves. Foram utilizadas um total de 450 aves de diferentes categorias, sendo 36 galos adultos Leghorn, com 36 semanas de idade; 72 frangas Isa Brown, com 13 semanas de idade; 72 galinhas em postura Isa Brown, com 25 semanas de idade; 180 codornas japonesas (*Coturnix japonica*) em crescimento, com 21 dias de idade; 90 pintos machos em crescimento Coob 500®, com 21 dias de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $5 \times 2 + 1$ , sendo composto por 5 categorias/espécies (galos, pintos, galinhas poedeiras, frangas de reposição e codornas) e dois alimentos teste (milho e farelo de soja), com 6 repetições cada. Os alimentos teste substituíram uma ração referência formulada de acordo com as recomendações propostas por Rostagno et al. (2011) em 40% e 30%, respectivamente para o milho e o farelo de soja. Foi determinado o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB), energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio igual a zero (EMAn). Os dados foram submetidos à análise de variância e, significativos, quando comparados pelo teste de Scott-Knot a 5% de significância. Houve interação das diferentes categorias/espécies e os alimentos teste para o CMMS, sendo que para o milho maior CMMS foi encontrado para frangas, enquanto para o farelo de soja maior CMMS foi encontrado para pintos. Não houve interação das categorias/espécies e alimentos testes para o CMEB, desta forma o CMEB do milho foi superior ao do farelo de soja e maiores CMEB foram encontrados para galos, frangas e codornas. Houve interação significativa entre categorias/espécies e alimentos teste para EMA e EMAn. Para o milho maiores EMA e EMAn foram encontrados para galos, frangas e codornas. Já para o farelo de soja maiores valores de EMA foram determinados com pintos, galos e codornas e, maiores valores de EMAn foram encontrados para codornas. Conclui-se que são necessários mais estudos para se determinar os valores de energia dos alimentos especificamente para as diferentes espécies e categorias de aves.

Palavras-chaves: avicultura, alimentos, nutrição.

## **1. Introdução**

O milho e o farelo de soja são os principais alimentos utilizados em rações para aves e, devido a isso, é importante o conhecimento preciso de seus valores de energia para otimizar o desempenho zootécnico e econômico da atividade avícola. Diversos fatores influenciam os valores energéticos dos alimentos, como a composição química, o processamento, a idade e sexo das aves (ALVARENGA et al., 2013).

Por muitos anos os valores energéticos dos alimentos determinados com frangos de corte ou galinhas poedeiras são extrapolados para outras categorias ou espécies de aves (MURAKAMI e FRANCO, 2004), uma vez que os ensaios metabólicos para a determinação desses valores são onerosos e demandam tempo. A extrapolação não é considerada ideal, já que cada categoria ou espécie avícola apresenta particularidades fisiológicas e anatômicas.

Estudos que comparam os valores de energia metabolizável corrigida para balanço de nitrogênio igual a zero nas diferentes espécies de aves são escassos (MANDAL et al., 2006). Assim, o objetivo neste trabalho é determinar os valores energéticos do milho e do farelo de soja para aves de diferentes categorias e espécies, e compará-los.

## **2. Material e métodos**

### **2.1 Aves e procedimentos experimentais**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, MG, à altitude de 910 m, nas coordenadas 24°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão

de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Lavras - CEUA, sob o protocolo nº 001/15.

Foram utilizadas um total de 450 aves de diferentes categorias, sendo 36 galos adultos Leghorn, com 36 semanas de idade e peso médio de  $1,129 \pm 0,037$  Kg; 72 frangas Isa Brown com 13 semanas de idade e peso médio  $0,965 \pm 0,038$  Kg; 72 galinhas em postura Isa Brown com 25 semanas de idade e peso médio de  $2,084 \pm 0,093$  Kg; 180 codornas japonesas (*Coturnix japônica*) em crescimento com 21 dias de idade e peso médio de  $0,101 \pm 0,004$  Kg e; 90 pintos machos em crescimento Coob 500<sup>®</sup> com 21 dias de idade e peso médio de  $0,713 \pm 0,061$  Kg.

As aves foram pesadas, homogeneizadas pelo peso e transferidas para uma sala de metabolismo com ambiente controlado por dispositivo digital de controle de temperatura (25°C), recebendo luz artificial por 17 horas diárias. Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas (50cm de largura, 50 cm de profundidade e 50 cm de altura e equipada com um comedouro do tipo calha, um bebedouro tipo pressão e uma bandeja de alumínio sob o piso).

## 2.2 Delineamento experimental e dietas

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $5 \times 2 + 1$ , sendo cinco espécies/categoria animal (pintos em crescimento, galos adultos, galinhas em postura, frangas de reposição semi-pesadas e codornas em crescimento) e dois alimentos teste (milho e farelo de soja).

Os animais foram divididos em três grupos experimentais que receberam a ração referência (RR; tabela 1) ou uma das rações teste constituída pela RR + milho ou RR + farelo de soja, que substituiu a RR em 40 e 30%, respectivamente. Em cada grupo experimental foram utilizados quatro pintos em

crescimento, dois galos adultos, três frangas de reposição, três galinhas em postura e 10 codornas em crescimento por unidade experimental, em 6 repetições de cada categoria.

Tabela 1 Composição centesimal e calculada da ração referência

Ingredientes (%)	Pinto	Galo	Galinha	Franga	Codorna
Milho grão	59,60	56,60	59,80	64,50	57,00
Farelo de soja (45%)	34,70	4,00	24,50	13,30	38,40
Farelo de trigo	-	36,60	-	18,50	-
Óleo de soja	2,00	1,00	3,60	1,00	1,50
Fosfato Bicálcico	1,50	0,47	1,15	1,00	1,40
Calcário calcítico	0,95	0,80	10,00	1,25	1,00
Sal comum	0,48	0,37	0,50	0,32	0,40
DL-metionina 99%	0,29	0,03	0,30	-	0,17
L-lisina HCL 99%	0,22	-	0,05	-	-
L-treonina	0,07	-	-	-	-
Suplemento mineral <sup>a</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplemento Vitamínico <sup>b</sup>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto de colina 60%	0,04	-	-	-	-
Anticoccidioano	0,05	0,05	-	0,05	0,025
Antibiótico	0,005	-	-	-	0,005
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada*					
EM <sup>c</sup> (kcal/kg)	2997	2750	2907	2900	2933
Proteína bruta (%)	20,80	12,00	16,01	13,99	21,96
Met + Cistidigestível <sup>d</sup> (%)	0,85	0,40	0,74	0,42	0,77
Lisina digestível (%)	1,17	0,38	0,78	0,55	1,09
Fósforo disponível (%)	0,39	0,25	0,30	0,31	0,38
Cálcio (%)	0,83	0,49	4,12	0,79	0,83
Sódio (%)	0,21	0,17	0,21	0,15	0,18

<sup>a</sup>Suplementado por kg de ração: 55 mg de Zn; 0,18 mg de Se; 0,70 mg de I; 10 mg de Cu; 78 mg de Mn; 48 mg de Fe. <sup>b</sup> Suplementado por kg de ração: 0,48 mg de ácido fólico; 8,70 mg de ácido pantotênico; 0,018 mg de biotina; 1,5 mg de butilhidroxitolueno (BHT); 11,1 mg de niacina; 6000 UI de vitamina A; 0,8 mg de vitamina B1; 12,15 UI de vitamina E; 8,10 µg de vitamina B12; 3,6 mg de vitamina B2; 1,80 mg de vitamina B6; 1500 UI de vitamina D3; 1,44 mg de vitamina K3. <sup>c</sup>Energia metabolizável.

<sup>d</sup>Metionina + Cistina digestível

\*Composição calculada de acordo com Rostagno et al. (2011)

Tabela 2 Composição química e energética dos alimentos, expressos na matéria seca<sup>1</sup>

Alimento	Composição											
	MS (%)	EB (Kcal/kg)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	FDN (%)	FDA (%)	MM (%)	Ca (%)	P(%)	DGM ( $\mu$ m)	DPG ( $\mu$ m)
Milho	86,74	4649	8,51	4,74	0,51	16,32	3,30	1,09	0,03	0,19	859	2,11
Farelo de soja	87,54	4768	50,25	1,59	5,09	26,42	7,09	7,15	0,37	0,61	1105	1,83

<sup>1</sup>Matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), cálcio (Ca), Fósforo (P), diâmetro geométrico médio (DGM) e desvio padrão geométrico (DGM).

As rações e água foram fornecidas à vontade, por um período de 10 dias, sendo seis dias de adaptação às gaiolas e à alimentação (período pré-experimental) e quatro dias de coleta total de excretas (período experimental). As rações experimentais foram fornecidas às aves três vezes ao dia, para evitar desperdício.

### 2.3 Variáveis analisadas e análises laboratoriais

A coleta de excretas foi realizada uma vez ao dia, iniciando-se sempre às oito horas da manhã. No período de coleta, as bandejas foram previamente revestidas com plástico para evitar perdas de excretas. As rações e as sobras foram pesadas e registradas, respectivamente, no início e no final do período experimental para a determinação do consumo de cada parcela durante a fase experimental. As excretas foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenadas em freezer, à temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ , até o final do período de coleta, quando foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas. Em seguida, foram retiradas alíquotas de 300 gramas que foram submetidas a uma pré-secagem em estufa de ventilação forçada ( $55^{\circ}\text{C}$ ), durante 72 horas. Posteriormente, foram novamente pesadas para a determinação da matéria seca a  $55^{\circ}\text{C}$  e moídas em moinho analítico básico modelo IKA A 11 e então encaminhadas ao laboratório para a determinação dos teores de matéria seca (MS), energia bruta (EB) e nitrogênio (N); assim como a amostra da ração referência, seguindo as técnicas descritas em INCT-Ciência Animal (2012).

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), coeficiente de metabolização da matéria seca (CMMS) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) utilizando-se as equações propostas por Matterson et al. (1965) e ajustados para a retenção de nitrogênio:

$$EMA = \frac{EB_{\text{INGERIDA}} - EB_{\text{EXCRETADA}}}{MS_{\text{INGERIDA}}}$$

$$EMAn \text{ da RT ou RR} = \frac{EB_{\text{INGERIDA}} - (EB_{\text{EXCRETADA}} + 8,22 \times BN)}{MS_{\text{INGERIDA}}}$$

$$EMAn \text{ do alimento} = EMAnRR + \frac{EMAnRT - EMAnRR}{g/g \text{ de substituição}}$$

$$CMMS = \frac{\text{Consumo de ração } g \text{ (MS)} - \text{Total excretado } g \text{ (MS)}}{\text{Consumo de ração } g \text{ (MS)}}$$

$$CMEB = \frac{EMA}{EBalimentos} \times 100$$

em que:

RT = ração teste;

RR = ração referência;

EB = energia bruta;

BN = balanço de nitrogênio (N ingerido - N excretado);

MS = matéria seca;

Para cada alimento foram determinados a granulometria (DGM e DPG) e o valor de: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), fibras em detergente ácido e neutro (FDA e FDN), extrativo não nitrogenado (ENN), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P) conforme as técnicas descritas em INCT-Ciência Animal (2012). Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Produção Animal do DZO-UFLA.

## 2.4 Análises estatísticas

Os resultados de EMA e EMAn dos alimentos foram submetidos à análise da variância após o teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e as médias dos valores de energia comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, versão 7.0(UFV, 2007).

## 3. Resultados

Para os valores de EMAn e EMA houve interação ( $P < 0,05$ ) entre as categorias/espécies de aves e alimentos (tabela 3). Para o milho, os valores de EMAn do milho para galos, frangas e codornas foram semelhantes entre si e superiores aos valores de EMAn para pintos e galinhas. Os valores de EMA mantiveram o mesmo comportamento que os de EMAn.

Para o farelo de soja, os valores de EMA variaram de 2170 a 2756 Kcal/kg de MS nas diferentes categorias/espécie, sendo que a EMA do farelo de soja para galos, pintos e codornas foi semelhante entre si e superior aos valores de EMA para frangas e galinhas. Após a correção dos valores de energia metabolizável para balanço de nitrogênio igual a zero, maiores valores foram encontrados para codornas, valores intermediários para galos e pintos e, por sua vez, os menores valores de EMAn do farelo de soja foram os obtidos para as galinhas em postura e as frangas de reposição.



Tabela 3 Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio retido (EMAn) dos alimentos teste, em Kcal/kg de MS

Espécie/Categoria	Milho		Farelo de Soja	
	EMA	EMAn	EMA	EMAn
Pinto	3842 b	3772 b	2756 a	2337 b
Galo	4034 a	4003 a	2635 a	2286 b
Franga de reposição	4128 a	4044 a	2170 b	1982 c
Galinha em postura	3857 b	3761 b	2340 b	2113 c
Codornaem crescimento	4091 a	4016 a	2717 a	2555 a
Coeficiente de variação (%)	6,21	5,49	6,21	5,49

\*médias com letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

Para o CMMS houve interação ( $P < 0,05$ ) entre as categorias/espécies e alimentos (tabela 4). Para o milho, observou-se CMMS superior para frangas em relação às demais categorias. Já para o farelo de soja, o CMMS foi maior quando determinados com pintos.

Tabela 4 Valores de coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS)

Espécie/Categoria	CMMS (%)	
	Milho	Farelo de soja
Pinto	76,66 b	65,50 a
Galo	76,83 b	62,83 b
Franga de reposição	80,50 a	61,67 b
Galinha em postura	78,00 b	62,50 b
Codorna em crescimento	76,83 b	61,83 b
P –valor	0,0009	0,0026
Coeficiente de variação(%)	2,48	

\*médias com letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre categorias/espécie e alimento teste para os valores de coeficiente CMEB (tabela 5). Maiores CMEB do milho e do farelo de soja foram observados ( $P < 0,05$ ) em galos, frangas e codornas, sendo superiores em 4,5 pontos percentuais aos CMEB para pintos e galinhas.

Tabela 5 Valores de coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta (CMEB)

Categorias/espécies	CMEB (%)		
	Milho	Farelo de soja	Média
Pinto	74,41	62,52	68,46 b
Galo	76,61	63,31	69,96 a
Franga de reposição	78,64	60,41	69,53 a
Galinha em postura	72,91	60,04	66,48 b
Codorna em crescimento	77,79	66,21	72,00 a
P-valor	0,0135		
Coeficiente de variação (%)	5,42		

\*médias com letras minúsculas distintas na coluna, diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ )

#### 4. Discussão

Os valores de composição química dos alimentos foram diferentes dos encontrados na literatura nacional (EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO et al., 2011) e internacional (NRC, 1994; LESSON e SUMMERS, 1997; INRA, 1999; BATAL e DALE, 2009). Diversos fatores são conhecidos por influenciar a composição química dos alimentos, como as condições edafoclimáticas, cultivar, forma de armazenamento e processamento dos grãos, podendo refletir nas variações observadas, que por sua vez irão influenciar os valores de EMA e EMAn.

Não foram encontrados na literatura trabalhos que utilizassem todas as categorias/espécies ao mesmo tempo para determinação de valores de energia de alimentos, porém existem trabalhos em que se compararam valores entre dois ou três diferentes tipos de aves.

Charalambous e Dagher (1975) ao determinarem a EMA do milho para pintos e galinhas, em diferentes condições climáticas, observaram que em clima quente (temperatura máxima de 39°C e mínima de 19°C) não houve diferença nos valores de energia metabolizável entre as duas categorias utilizadas. Esse resultado está de acordo com o encontrado no presente trabalho, com temperatura controlada a 25°C, em que a EMA do milho para pintos e galinhas foi em média 3849 kcal/kg.

Já Silva et al. (2008), ao trabalharem com pintos, galos e codornas para determinar valores de energia de alimentos considerados alternativos, observaram que maiores valores de EMA foram encontrados para galos, seguidos pelas codornas e os menores valores, por sua vez, foram os encontrados para os pintos. Esses autores atribuem este resultado à maior capacidade digestiva dos galos em relação aos pintos, o que foi evidenciado também por Freitas et al. (2006) e Brumano et al. (2006). Com o aumento da idade do animal

a produção de enzimas tende a se modificar, e dessa forma Sakomura et al. (2004) afirmaram que a produção de enzimas digestivas relacionadas à idade do animal afeta o aproveitamento de energia. Assim espera-se que com o avançar da idade dos animais os valores energéticos passem a ser maiores. Porém, este comportamento não foi observado no presente trabalho, uma vez que a EMA do milho para frangas foi semelhante à de galos e maiores do que a de galinhas, mesmo sendo mais jovem. Da mesma forma, o valor de EMA do milho para pintos foi semelhante ao determinado com galinhas poedeiras, que é uma categoria animal adulta. Assim, pode-se dizer que a idade não atuou de forma isolada para a obtenção da EMA do milho, mas sim como um dos fatores que influenciarmos valores energéticos.

Além disso, a quantidade de ração e, conseqüentemente, do alimento teste consumida pelos animais pode contribuir para os valores energéticos encontrados. A capacidade de consumo das diferentes categorias é diferente, sendo que pintos e galinhas consumiram, em média, 115g /ave/dia de ração teste em termos absoluto, enquanto a média de consumo de frangas e galos foi de 72g. Pode-se inferir, então, que maiores capacidades de consumo resultaram em menor digestibilidade e menores valores energéticos para o milho.

Em relação às codornas, foram observados valores de energia superiores aos de pintos e galinhas, o que algumas vezes é atribuído ao tamanho relativo do trato digestório em relação ao corpo dessas aves. A porção do intestino que se destaca em função do aumento em comprimento é o ceco (MURAKAMI e FRANCO, 2004). Porém, no ceco das aves ocorre basicamente reabsorção de água e eletrólitos. Desta forma, maiores valores de energia de alguns alimentos para codornas podem não estar relacionados somente a esta adaptação anatômica.

A correção para balanço de nitrogênio igual a zero nos permite comparar animais que estão em diferentes taxas de crescimento (ANDRADE, 2014). No

presente trabalho, o comportamento dos valores de energia do milho com ou sem a correção para balanço de nitrogênio foi semelhante.

Ainda em relação ao milho, os valores de EMA foram superiores aos de EMAn em 1,8%, em média. Esta superioridade dos valores de EMA em relação à EMAn é considerada comum para aves em crescimento, já que nesta situação há retenção de nitrogênio pelas aves (ANDRADE, 2014). Porém foi observado que mesmo os animais adultos utilizados nesse trabalho se encontravam em balanço de nitrogênio positivo, ou seja, estavam retendo nitrogênio.

Para o farelo de soja, os valores de EMA determinados foram inferiores em 19,6 pontos percentuais aos encontrados por Silva et al. (2009), que ao determinarem valores de energia de alimentos para galinhas em postura obtiveram a EMA do farelo de soja de 2804 kcal/kg de matéria seca.

Mesmo diversos autores evidenciando diferenças encontradas nos valores de energia dos alimentos em função do avançar da idade dos animais (MELLO et al., 2009; SAKOMURA et al., 2004; BRUMANO et al., 2006; LIRA et al., 2011), observou-se que a EMA do farelo de soja determinada com frangas e galinhas apresentou valores semelhantes e inferiores aos obtidos com galos, codornas e pintos. Da mesma forma, galos e pintos apresentaram valores semelhantes.

Após realizada a correção para balanço de nitrogênio, menores valores de energia foram observados para frangas e galinhas quando comparados às demais categorias. Parsons et al. (1982) destacaram que fêmeas apresentam maior retenção de nitrogênio em função da produção de ovos, o que evidencia a influência do sexo nos valores energéticos dos alimentos.

Silva et al. (2003) concluíram que valores de energia determinados com galinhas ou frangos de corte poderiam ser utilizados para formulação de rações para codornas. Porém, no presente trabalho, o valor de EMAn determinado do

farelo de soja para codornas foi superior à média das demais categorias, em 15,7 pontos percentuais.

Silva et al. (2008) ao compararem valores de CMMS obtidos com codornas, galos e pintos, utilizando alimentos alternativos, como o farelo de castanha de caju (FCC) e farelo de coco (FC), destacaram que para o FCC maior CMMS foi apresentado pelas codornas sendo que entre galos e pintos não houve diferenças. Já para o FC, o maior CMMS foi apresentado pelos galos, seguidos pelas codornas e os menores valores foram os obtidos com pinto. Os referidos autores ressaltam que pouco se sabe sobre o que pode influenciar o aproveitamento de um mesmo alimento nas diferentes espécies estudadas.

No presente trabalho, em nenhum dos alimentos testados os valores de CMMS de codornas foram superiores, sendo que para o milho o valor encontrado com frangas foi maior que os das demais categorias e, apesar disso, os valores de EMA e EMAn do milho para frangas foi semelhante ao de galos e codornas. Para o farelo de soja o valor de CMMS encontrado com pintos foi superior aos demais, porém maiores valores de EMAn foram encontrados com codornas.

Os valores de CMEB sofreram variações em função do alimento e das categorias/espécies de aves. No que se refere aos alimentos testados, resultados semelhantes foram encontrados por Furlan et al. (1998) e Fischer Júnior et al. (1998), que ao determinarem o CMEB para diversos alimentos, entre eles o milho e o farelo de soja, obtiveram valores de metabolização da energia bruta para o milho superiores aos dos demais alimentos e atribuíram este resultado ao maior tempo de passagem em função do menor conteúdo de fibra bruta deste alimento.

No presente trabalho, maiores CMEB para o milho e para o farelo de soja foram observados para galos, quando comparados aos pintos. Esse resultado contradiz o observado por Rodrigues et al. (2001), que ao compararem valores de

energia de alguns alimentos determinados com pintos e galos obtiveram CMEB médio calculado de 86,80% para pintos e 82,32% para galos. Porém, deve-se ressaltar que os referidos autores trabalharam com a metodologia da alimentação precisa (SIBBALD et al, 1979), enquanto nesse trabalho o alimento foi fornecido *ad libitum*. De maneira geral, alimentos classificados como energéticos, como é o caso do milho, tendem a apresentar maiores coeficientes de metabolização do que alimentos classificados como proteicos (FISCHER JÚNIOR et al., 1998).

O milho e o farelo de soja utilizados apresentaram granulometria média (entre 2,00 e 0,60  $\mu\text{m}$ ). Troni (2012) ressalta que a granulometria de produtos de origem vegetal pode influenciar os valores de EM. O processo de digestão pode ser favorecido pela redução no tamanho da partícula do alimento (CALDERANO et al., 2010), já que possibilita maior exposição das partículas para ação de enzimas digestivas resultando em maiores valores de energia. Assim, fica evidenciado que mais pesquisas devem ser conduzidas para se obter valores energéticos mais acurados para serem utilizados na formulação de rações para as diferentes categorias zootécnicas de aves.

## 5. Conclusão

A EMA média do milho para frangas, galos e codornas japonesas é de 4084 kcal/kg. Para pintos e galinhas poedeiras a EMA média do milho é de 3849 kcal/kg. A EMAn média do milho para frangas, galos e codornas japonesas é de 4021 kcal/kg, para pintos e galinhas poedeiras é de 3766 kcal/kg.

A EMA média do farelo de soja para codornas japonesas, pintos e galos é de 2613 kcal/kg, para frangas e galinhas poedeiras a EMA média é de 2225 kcal/kg. A EMAn média do farelo de soja para codornas japonesas é de 2555

kcal/kg, para pintos e galos é de 2311 kcal/kg e para frangas e galinhas poedeiras é de 2047 kcal/kg.

As aves, em suas diferentes espécies e categorias zootécnicas, podem diferir no aproveitamento da energia dos alimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R. R. et al. Formulation of diets for poultry : the importance of prediction equations to estimate the energy values. **Archivos de zootecnia**, v. 62, p. 1–11, 2013.

ANDRADE, R. C. DE **Avaliação da correção da energia metabolizável pelo balanço de nitrogênio em alimentos para frangos de corte**. 2014. 75p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2297–2302, 2006.

CALDERANO, A. A. et al. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 320–326, 2010.

CHARALAMBOUS, K.; DAGHIR, N. J. Factors affecting the metabolizable energy values of four different poultry feedstuffs. **Poultry science**, n. 467, p. 1657–1662, 1975.

DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3<sup>a</sup>. ed. Concórdia. p. 97.

FISCHER JÚNIOR, A. A. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 314–318, 1998.



FREITAS, E. R. et al. Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 107–115, jan. 2006.

FURLAN, A. C. et al. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas ( *Coturnix coturnix japonica* ). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 6, p. 1147–1150, 1998.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Ontario: University Books, 1997.

LIRA, R. C. et al. Chemical composition and energy value of guava and tomato wastes for broilers chickens at different ages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1019–1024, 2011.

MANDAL, A. B. et al. Comparative apparent metabolisable energy values of high, medium and low tannin varieties of sorghum in cockerel, guinea fowl and quail. **British poultry science**, v. 47, n. 3, p. 336–41, jun. 2006.

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

MELLO, H. H. DE C. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 863–868, 2009.

MURAKAMI, A. E.; FRANCO, J. R. G. **Nutrição de codornas japonesas em postura** (ABZ, AZOO-DF, F. UPIS, Eds.) ZOOTEC. **Anais...**Brasília, DF: 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy Press, 1994. p. 155.

PARSONS, C. M.; POTTER, L. M.; BLISS, B. A. True Metabolizable Energy Corrected to Nitrogen Equilibrium. **Poultry science**, v. 24061, 1982.

RODRIGUES, P. B. et al. Valores Energéticos do Milheto , 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.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 189.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. p. 252.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 924–935, 2004.

SIBBALD, I. R. 1979. A bioassay for available amino acids and true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, 58(3):668-673.

SILVA, J. H. V. DA et al. Energia Metabolizável de Ingredientes Determinada com Codornas Japonesas ( *Coturnix coturnix japonica* ). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1912–1918, 2003.

SILVA, R. B. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 3, p. 269–275, 6 nov. 2008.

SILVA, E. P. DA et al. Valores energéticos de ingredientes convencionais para aves de postura comercial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 91–100, 2009.

TRONI, A. R. composição química e energética e aminoácidos digestíveis de alimentos para frangos de corte. 2012.

UFV. **SAEG Sistema para Análises Estatísticas** Viçosa Fundação Arthur Bernardes, , 2007.

## ANEXO

## ANEXO A - CERTIFICADO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS  
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA  
 COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS  
 Cx.P.3037 - Lavras - MG - 37200-000 - (35) 3829-5182 cba@nintec.ufla.br

## CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo nº 001/15, relativo ao projeto intitulado Determinação de valores de energia de alimentos comumente utilizados em rações para aves, que tem como responsável Paulo Borges Rodrigues está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Comissões Permanentes/PRP-UFLA), tendo sido aprovado na reunião de 13/04/2015.

Início do projeto:15/04/2015 - Término do projeto:15/01/2016.  
 Espécie: Ave - Quantidade de animais: 840.

## CERTIFICATE

We hereby certify that the Protocol nº 001/15, related to the project entitled "Determination of energy values of some feeds used in the feeding of birds", under the supervision of Paulo Borges Rodrigues, is in agreement with the Ethics Principles in Animal Experimentation, adopted by the Institutional Animal Care and Use Committee (Standing Committees/PRP-UFLA), and was approved in April 13, 2015.

Project's beginning:15/04/2015 - Project's end:15/01/2016.  
 Species: Ave - Number of animals: 840.

Lavras, 13 de abril de 2015

Prof. Gabriela Rodrigues Sampaio  
 Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais CEUA

Universidade Federal de Lavras  
 Pró-Reitoria de Pesquisa / Comissões Permanentes  
 Campus Universitário -  
 Caixa Postal 3037 / CEP 37200 000 - Lavras, MG - Brasil  
 Tel.: +55 (35) 3829 5182  
 cba@nintec.ufla.br - www.prp.ufla.br