

FÁBIO AUGUSTO GOMES

**DETERMINAÇÃO DE VALORES ENERGÉTICOS EM
ALIMENTOS UTILIZADOS PARA CODORNAS JAPONESAS**

ALFENAS – MG

BRASIL

2006

FÁBIO AUGUSTO GOMES

**DETERMINAÇÃO DE VALORES ENERGÉTICOS EM
ALIMENTOS UTILIZADOS PARA CODORNAS JAPONESAS**

Dissertação apresentada à Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, como parte das exigências do curso de Mestrado em Ciência Animal, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Mestre”.

ORIENTADOR: Prof. Dr. ÉDISON JOSÉ FASSANI

ALFENAS – MG

BRASIL

2006

Gomes, Fábio Augusto

Determinação de valores energéticos em alimentos utilizados para codornas japonesas /. -- Fábio Augusto Gomes. -- Alfenas: Unifenas, 2006. 63p.

Orientador: Prof. Dr. Édison José Fassani
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José do Rosário Vellano.

1. Codornas japonesas. I. Título

CDU: 639.124 (043)

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

Título: "DETERMINAÇÃO DE VALORES ENERGÉTICOS EM ALIMENTOS UTILIZADOS PARA CODORNAS JAPONESAS".

Autor: FÁBIO AUGUSTO GOMES

Orientador: Prof. Dr. Édison José Fassani

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM CIÊNCIA ANIMAL** pela Comissão Examinadora.

Prof. Dr. Édison José Fassani
Orientador

Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho

Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues

Alfenas, 10 de março de 2006

Prof. Dr. Edison José Fassani
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador

BIOGRAFIA

FÁBIO AUGUSTO GOMES, nascido em 09 de outubro de 1981 na cidade de Divinópolis – MG / Brasil, filho de Juarez Belarmino Gomes e Marli Vitalina dos Santos Gomes.

Em fevereiro de 2000 ingressou na Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, graduando-se em Zootecnia em 05 de março de 2004.

No mês de março deste mesmo ano ingressou no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu (Reconhecido pela CAPES/MEC) pela Faculdade de Zootecnia da Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, obtendo o título de “Mestre em Ciência Animal”, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, em 10 de março de 2006.

DEDICATÓRIA

Em primeiro lugar, ao nosso Criador Supremo,
pelo privilégio da existência...

Aos meus pais, Juarez Belarmino Gomes e Marli Vitalina dos Santos Gomes,
especialmente pela vida e pela estrutura familiar sólida empregada
de forma tão carinhosa, proporcionando e ensinando valores
fundamentais a qualquer ser humano, como respeito,
humildade e honestidade, desprendendo-se a todo
custo e em todos os sentidos à realização de meus
objetivos, de forma incondicional...

Aos meus irmãos Flávio e Fernanda, pelo incentivo, carinho e união...

A Vanessa Corsi, pelo apoio demonstrado
durante mais esta etapa de trabalho,
e aos seus pais Moacir Corsi e
Sônia Corsi, pelo carinho
e confiança...

De forma respeitosa, a todos os animais que de
forma vital contribuíram com suas vidas em
prol do progresso necessário
da ciência...

E em geral, a todos que, de uma maneira ou outra, estão envolvidos
com a avicultura, dedicando seus esforços no objetivo
de contribuir sempre para o desenvolvimento
deste setor tão fascinante e importante
para a economia mundial...

dedico...

AGRADECIMENTO

À Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS e
à Faculdade de Zootecnia, pela oportunidade
de realização deste curso...

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior – CAPES, pela concessão
da bolsa para estudos...

A todos os mestres que se dedicaram de maneira incondicional
a transmissão dos conhecimentos, sejam estes
de origem técnica ou pessoal...

De uma forma especial ao prof. Dr. Édison José Fassani, pela orientação,
transmitindo de maneira respeitosa, sensata e profissional seus ensinamentos, além
da admirável paciência e dedicação. Obrigado pela confiança!...

Ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Lavras - UFPA, na
pessoa do prof. Dr. José Cleto da Silva Filho, por ter cedido de forma tão gentil a
bomba calorimétrica para realização das análises de “energia bruta”...

Aos amigos: Leonardo A., Leonardo G., Felipe, Alexandre, Gabriel, Pedro, Willian,
Juliana, Karoline Costa, Maria Carolina, Ana Maria, Celina, Moisés e Luís,
pelo apoio; e a todos colegas da pós-graduação, em especial
Bruno (Bacterium boy), Guilherme (Neutrophil man) e
Fábio Pieri (Tartar man), pela amizade verdadeira...

A todos os funcionários da pós-graduação, em especial Patrícia,
Janaína, Dalva e Mírian, prestativas em todos os momentos...

Aos funcionários da Faculdade de Zootecnia: Lismara, Sóstenes, Ismael,
Fátima, Maria, Dênis, Célio, Clotilde e Cida, pela amizade e apoio...

E a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para
a concretização deste trabalho...

agradeço..

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO GERAL.....	xii
GENERAL ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Classificação, histórico e características da codorna japonesa.....	3
2.2 Energia metabolizável (EM) na alimentação de aves.....	4
2.3 Métodos de expressar a energia.....	5
2.4 Aspectos que interferem nos valores de energia metabolizável.....	6
2.5 Método tradicional de colheitas total de excretas.....	7
2.6 Alimentos protéicos e suas demandas na alimentação animal.....	8
2.6.1 Origem Animal.....	9
2.6.1.1 Farinha de carne e ossos.....	9
2.6.1.2 Farinha de peixe.....	10
2.6.1.3 Farinha de penas e vísceras.....	11
2.6.2 Origem Vegetal.....	11
2.6.2.1 Farelo de soja.....	11
2.7 Alimentos energéticos e suas demandas na alimentação animal.....	12
2.7.1 Milheto-grão.....	13
2.7.2 Sorgo.....	14
2.7.3 Farelo de arroz integral.....	15
2.7.4 Óleos e gorduras.....	16
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1 Local e época de realização do experimento.....	18
3.2 Procedimentos e dietas experimentais.....	18
3.3 Delineamento experimental.....	22
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO II - DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS PARA CODORNAS JAPONESAS.....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
1 INTRODUÇÃO.....	29

2 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4 CONCLUSÕES.....	40
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
CAPÍTULO III - <i>DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM ALGUNS ALIMENTOS ENERGÉTICOS PARA CODORNAS JAPONESAS.....</i>	43
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
1 INTRODUÇÃO.....	46
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4 CONCLUSÕES.....	57
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição percentual da ração referência.....	19
Tabela 2	Composição percentual da ração referência.....	32
Tabela 3	Composição química e em energia bruta dos alimentos, na matéria natural.....	33
Tabela 4	Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida – N (EMAn), coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) e desvios padrão, na matéria seca.....	35
Tabela 5	Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida – N (EMVn) e desvios padrão, na matéria seca.....	37
Tabela 6	Composição percentual da ração referência.....	49
Tabela 7	Composição química e em energia bruta dos alimentos, na matéria natural.....	50
Tabela 8	Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida - N (EMAn), coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) e desvios padrão, na matéria seca.....	52
Tabela 9	Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida - N (EMVn) e desvios padrão, na matéria seca.....	54
Tabela 1A	Resumo da análise de variância para o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos protéicos utilizados em rações para codornas japonesas em postura.....	61
Tabela 2A	Energia metabolizável aparente e coeficiente de metabolização da energia bruta dos alimentos protéicos utilizados em rações para codornas japonesas em postura, na matéria natural.....	61
Tabela 3A	Energia metabolizável verdadeira dos alimentos protéicos utilizados em rações para codornas japonesas em postura, na matéria natural.....	62
Tabela 4A	Resumo da análise de variância para o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos energéticos utilizados em rações para codornas japonesas em postura.....	62

Tabela 5A	Energia metabolizável aparente e coeficiente de metabolização da energia bruta dos alimentos energéticos utilizados em rações para codornas japonesas em postura, na matéria natural.....	63
Tabela 6A	Energia metabolizável verdadeira dos alimentos energéticos utilizados em rações para codornas japonesas em postura, na matéria natural.....	63

RESUMO GERAL

GOMES, F.A. **Determinação de valores energéticos em alimentos utilizados para codornas japonesas.** 2006. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG¹.

O experimento foi realizado no setor de coturnicultura da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), com o objetivo de determinar os valores energéticos de 12 alimentos para codornas japonesas em postura. Utilizaram-se 280 codornas, com 19 semanas de idade, submetidas ao método tradicional de coleta total de excretas em um delineamento em blocos casualizados, com unidade experimental composta por dez aves. O experimento teve duração de 32 dias corridos, dividido em quatro ensaios com oito dias cada, onde foram estudados dois grupos de alimentos (protéicos e energéticos), com cinco repetições cada, sendo eles: protéicos de origem animal (farinha de carne e ossos, 45%; farinha de peixe, 54%, e farinha de penas e vísceras) e vegetal (farelos de soja 1 e 2 – 45%), bem como energéticos de origem vegetal (milheto, sorgo e farelo de arroz integral) e óleo e gorduras (óleo de soja refinado, gordura de aves, sebo bovino e gordura de suínos). Os alimentos substituíram a ração referência à base de milho e farelo de soja, na matéria natural (MN), em 20%, 30%, 40% e 10%, respectivamente. Simultaneamente, cinco repetições de seis aves cada foram colocadas em jejum para determinação das perdas endógenas. As variáveis analisadas foram os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável verdadeira (EMV) e as EMA e EMV corrigidas pelo balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn), como também os coeficientes de metabolização da energia bruta (CMEB). As fontes protéicas estudadas, com exceção da farinha de penas e vísceras, apresentaram valores de EMAn superiores aos encontrados na tabela brasileira para aves e suínos, apresentando a farinha de carne e ossos o maior CMEB ($P < 0,01$), 74,06%, enquanto que a farinha de penas e vísceras, o menor, 56,24%. Dos alimentos energéticos estudados, com exceção do sorgo, verificou-se também valores de EMAn superiores aos referenciados na tabela brasileira para aves e suínos, apresentando o óleo de soja refinado e a gordura de suínos os maiores CMEB ($P < 0,01$), 95,81% e 93,32%, respectivamente, enquanto que o farelo de arroz integral, o menor, 61,13%. Os valores encontrados de EMAn para a farinha de carne e ossos, farinha de peixe, farinha de penas e vísceras e farelos de soja 1 e 2 foram respectivamente de 2796 ± 46 ; 3035 ± 88 ; 3461 ± 87 ; 3149 ± 55 e 3231 ± 76 kcal/kg de matéria seca, e para o milheto, sorgo, farelo de arroz integral, óleo de soja refinado, gordura de aves, sebo bovino e gordura de suínos foram de 3581 ± 81 ; 3943 ± 128 ; 2563 ± 165 ; 8827 ± 122 ; 8720 ± 33 ; 7641 ± 147 e 8674 ± 110 kcal/kg de matéria seca, respectivamente.

Palavras-chave: alimentos energéticos, alimentos protéicos, óleo e gorduras

¹Banca examinadora: Prof. Dr. Édison José Fassani (orientador) – UNIFENAS; Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho – UFLA e Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

GENERAL ABSTRACT

GOMES, F.A. **Determination of energy values in feeds utilized for japanese quails.** 2006. 63p. Dissertation (Master in Animal Science) – José do Rosário Vellano University, Alfenas, MG¹.

The experiment was accomplished in the quail production sector of the José do Rosário Vellano University (UNIFENAS), with the objective of determining the energy values of 12 feeds for laying japanese quails. 280 quails aged 19 weeks, were submitted to the traditional method of total excreta collection in a randomized block design, with the experimental unit made up of ten birds. The experiment lasted 32 days and was divided into four trials of eight days each, where two groups of feeds were studied (protein and energy), with five replicates each: protein of animal origin (meat and bone meal, 45%; fish meal, 54%; feather and viscera meal) and soybean meals, 1 and 2 - 45%, as well as energy feeds of plant origin (millet, sorghum and whole rice bran) and oil and fats (refined soybean oil, bird fat, bovine lard and swine fat). The feeds replaced the reference diet based on corn and soybean meal, in natural matter (NM), in 20%, 30%, 40% and 10%, respectively. Simultaneously, five replicates of six birds each were placed to fast for determination of the endogenous losses. The variables analyzed were the values of apparent metabolizable energy (AME), true metabolizable energy (TME) and AME and TME corrected by nitrogen balance (AMEn and TMEn), as well as metabolization coefficients of gross energy (MGEC). The protein sources, with the exception of feather and viscera meal, presented values of AMEn higher than those found in the Brazilian table for birds and swine, meat and bone meal presenting the greatest MGEC ($P < 0.01$), 74.06%, while feather and viscera meal, the lowest, 56.24%. Out of the energy feeds studied, with the exception of sorghum, values of AMEn superior to those referenced in the Brazilian table for birds and swine were found, both refined soybean oil and swine fat presenting the highest MGEC ($P < 0.01$), 95.81% and 93.32% respectively, while whole rice bran, the lowest, 61,13%. The values found of AMEn for meat and bone meal, fish meal, feather and viscera meal and soybean meals 1 and 2 were respectively $2,796 \pm 46$; $3,035 \pm 88$; $3,461 \pm 87$; $3,149 \pm 55$ and $3,231 \pm 76$ kcal/kg of dry matter, and for millet, sorghum, whole rice bran, refined soybean meal, bird fat, bovine lard and swine fat were $3,581 \pm 81$; $3,943 \pm 128$; $2,563 \pm 165$; $8,827 \pm 122$; $8,720 \pm 33$; $7,641 \pm 147$ and $8,674 \pm 110$ kcal/kg of dry matter, respectively.

Key-words: energy feeds, oil and fats, protein feeds

¹Examining Board: Prof. Dr. Édison José Fassani (adviser) – UNIFENAS; Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho – UFLA and Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1 INTRODUÇÃO

A criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) no Brasil se destina à produção de ovos e, nos últimos anos, vem se firmando como uma atividade industrial, caracterizada por grandes plantéis com alta produtividade e que utiliza tecnologia de ponta no processo produtivo. Todo este desenvolvimento se deve principalmente à introdução de instalações mais apropriadas, novos equipamentos, como galpões automatizados e climatizados, novas linhas de matrizes que garantem maior produtividade dos plantéis, sem mencionar o crescente aumento do consumo de ovos de codornas, recentemente experimentado. Porém, no campo da nutrição, não se verifica tal desenvolvimento, onde poucos pesquisadores se dedicam a estudar os aspectos nutricionais desta ave, especialmente no que se refere ao valor nutricional dos alimentos.

Para a formulação de rações de codornas japonesas, normalmente se faz uso da composição em energia metabolizável (EM) dos alimentos, determinados com frangos de corte em crescimento ou com galos adultos (Leghorns), não sendo comum encontrar trabalhos de determinação de EM para alimentos utilizando codornas japonesas. No entanto, sabe-se que a codorna é uma ave de espécie diferente das galinhas, com hábito alimentar e metabolismo próprio, sugerindo que o aproveitamento energético dos alimentos também seja diferenciado, o que possivelmente ocasione sub ou superestimação dos valores energéticos das rações quando se levam em consideração valores de energia obtidos em tabelas de composição de alimentos destinados a poedeiras e frangos de corte. Por estes motivos, torna-se necessária a realização de trabalhos envolvendo a determinação dos valores nutricionais de alimentos especificamente para codornas japonesas.

O objetivo do presente trabalho foi determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) de 12 alimentos utilizados em rações para codornas japonesas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Classificação, histórico e características da codorna japonesa

As codornas pertencem à ordem dos galináceos, família Phasianidae e gênero *Coturnix*, sendo as mais exploradas a *Coturnix coturnix japonica* (codorna doméstica), selecionada e criada atualmente para produção de ovos e carne (MURAKAMI & ARIKI, 1998).

Os primeiros dados históricos, aliás bastante vagos, sobre a procedência da codorna selvagem européia, classificada como *Coturnix coturnix coturnix*, datam do século XII. No entanto, tudo indica que esta ave foi introduzida no Japão no século XI, a partir da China, via Coréia. A criação de codornas com a finalidade de produzir ovos e carne iniciou-se em 1910, com os japoneses e chineses, que, através de diversos cruzamentos entre espécies selvagens, obtiveram a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). Os excelentes resultados obtidos foram logo difundidos no oriente, chegando nos EUA em 1950, e em pouco tempo as codornas se expandiram pelos países europeus. Porém, durante a 2ª Guerra (1941-1945), ocorreu um verdadeiro declínio na exploração, provocando o seu desaparecimento na Europa, onde só não foram completamente extintas graças a um pequeno grupo de aves que conseguiram sobreviver no Japão. No Brasil, a codorna doméstica teria chegado em 1959, onde inicialmente servia exclusivamente para caça no interior do estado de São Paulo, sendo que somente a partir de 1971 iniciou-se a criação para fins comerciais (MURAKAMI & ARIKI, 1998).

As codornas japonesas apresentam pesos sempre acima de 100 gramas (115 - 180g), tendo um desenvolvimento muito rápido, atingindo o dobro do seu peso inicial (7,5 a 9,0 g) em apenas quatro dias; aos oito dias triplica o seu peso e aos 28 dias apresenta 10 vezes o seu peso inicial, sendo as fêmeas em postura 10 a 20% mais pesadas que os machos. A postura se inicia geralmente aos 40 - 42 dias (MURAKAMI & ARIKI, 1998). Outra particularidade importante, segundo Shim & Vohra (1984), é que o tempo de passagem da digesta através do intestino das codornas é muito rápido, como 60 a 90 minutos, o que confirma sua diferenciação fisiológica comparada aos frangos de corte, que apresentam em média uma taxa de passagem da digesta de 2 a 3 horas (FURLAN & MACARI, 2002).

2.2 Energia metabolizável (EM) na alimentação das aves

Na formulação de rações, um dos aspectos mais importantes é o conhecimento do conteúdo energético dos alimentos, visando o fornecimento de uma quantidade adequada de energia para as aves (MARTINEZ, 2002).

Quando a energia é mencionada, traz a idéia de um componente caro e decisivo nas dietas das aves, mas de difícil definição. De forma geral, todos os componentes orgânicos do alimento, sujeitos à digestão e absorção pelo animal, contribuem para a energia útil deste alimento, embora tenha diferentes destinos no organismo animal. A avaliação do alimento e do metabolismo animal, em termos de caloria ou de unidades calóricas equivalentes, mostrou-se como uma alternativa possível e tem sido razoavelmente eficiente. Em realidade, no atual estágio em nutrição e alimentação animal, ainda não é possível uma descrição energética dos alimentos e do metabolismo animal em termos de fluxo bioquímico de nutrientes. Ainda é uma realidade que, embora a energia útil seja uma característica do animal que consome e não do alimento, os sistemas evoluíram mais na padronização da descrição energética dos alimentos do que no desenvolvimento de modelos mais similares para ambos os propósitos. Com o desenvolvimento de modelos de crescimento, aplicáveis a produção de aves, são necessários ajustes na descrição energética dos alimentos, para que efetivamente forneçam componentes energéticos correspondentes àqueles que são estimados pela demanda do animal (PENZ, KESSLER & BRUGALLI, 1999).

Nas fezes existem duas frações: os resíduos não digeridos ou não absorvidos do alimento e a fração metabólica, formada por bílis, secreções digestivas e células provenientes da mucosa intestinal. Da mesma forma, na urina tem-se resíduos do alimento absorvido que foram eliminados sem serem metabolizados e uma fração endógena que consiste em um produto do catabolismo dos tecidos. A falta de uma correção nos valores de EM dos alimentos pode subestimar a energia disponível dos mesmos (PENZ, KESSLER & BRUGALLI, 1999).

Na formulação de rações para aves, a eficiência é decidida em função da precisão em que foram determinados os valores de EM dos alimentos, sendo vários métodos propostos para estas determinações, os quais permitem obter a energia metabolizável aparente (EMA), que é a diferença entre a energia contida nos alimentos e a energia da excreta (MARTINEZ, 2002).

Como em todas as espécies, a energia liberada pela oxidação dos nutrientes dos alimentos é o principal fator que determina o desempenho das aves. Shires et al. (1980), trabalhando com galos e pintos que receberam alimentos comumente utilizados nas rações de aves, verificaram uma relação linear direta entre a quantidade do alimento ingerido e a energia bruta excretada.

Murakami (1998) comenta que normalmente os valores de energia metabolizável (EM) utilizados para poedeiras comerciais são usados como a unidade para a avaliação do valor energético dos alimentos e para a exigência de energia das codornas japonesas e que, a princípio, esta extrapolação parece incorreta, uma vez que um dos fatores que influencia no aproveitamento de um determinado alimento e desta forma, no seu valor energético, é a taxa de passagem pelo trato digestivo, característica esta dependente de uma série de variáveis, como a quantidade de alimento ingerido, a composição do alimento, o aspecto físico do alimento, o conteúdo de umidade, a frequência e o tempo de fornecimento do alimento, além das variações individuais.

2.3 Métodos de expressar a energia

Até os anos 60, os nutricionistas formulavam suas rações com base na energia produtiva (líquida), cujos valores não eram aditivos e nem confiáveis. Mais tarde, outros pesquisadores observaram que os valores de energia metabolizável eram menos variáveis do que os valores de energia produtiva. A partir daqueles estudos, a energia metabolizável passou a ser usada e continua sendo usada até hoje no cálculo de rações para aves, em substituição à energia produtiva (PENZ, KESSLER & BRUGALLI, 1999).

O NRC (1994) descreve a EMA como energia bruta consumida do alimento menos a energia bruta excretada. Como as aves excretam fezes e urina juntas, não é usual utilizar energia digestível na formulação de rações. Assim, a energia bruta excretada engloba a energia das fezes, da urina e dos gases da digestão, sendo esta última negligível para aves.

O método comumente utilizado para a determinação da energia disponível dos alimentos continua sendo o método de coleta total de excretas, que utiliza pintos a partir de 10 dias de idade, corrigido pelo balanço de nitrogênio, formando a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn). A utilização de equações de predição, que se baseiam em parâmetros químicos e físicos, é uma alternativa econômica para estimar os

valores energéticos dos alimentos. Na indústria de rações, nem sempre pode ser usada uma bomba calorimétrica e executada uma metodologia experimental para a determinação dos valores de energia dos alimentos. Assim, o uso de equações de predição pode ser uma ferramenta importante para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, de tal forma que os valores energéticos possam ser corrigidos de acordo com as variações da composição química dos alimentos, principalmente para os alimentos de origem animal, cuja composição química varia muito. O sistema de Emmans, para não-ruminantes, está baseado em um ajuste por equações da EMAn do alimento, tendo como principal variável o conteúdo de proteína bruta. Provavelmente, pesquisas futuras permitirão desenvolver modelos envolvendo uma série de variáveis, como: composição química, digestibilidade, custo dos alimentos, espécie animal, idade, sexo das aves, estimativa de eficiência com que a energia dos alimentos é usada para a manutenção e para a produção, e os preditores da distribuição entre as funções metabólicas da energia consumida (PENZ, KESSLER & BRUGALLI, 1999).

Coelho et al. (1983), citados por Martinez (2002), obtiveram maiores valores de repetibilidade para a EMA e EMAn, determinados pelo método tradicional com pintos comparados aos do método Sibbald, com galos. Estes autores verificaram ainda que a utilização do método Sibbald na determinação da EMA e EMAn resultou em uma acentuada redução desses valores quando comparados aos obtidos pelo método tradicional, devido ao baixo nível de ingestão de alimentos, o que torna o método tradicional mais utilizado na atualidade.

Para obter uma máxima rentabilidade e produtividade é necessário que se faça uma correta utilização e determinação dos valores de EM no cálculo de rações devido à energia ser um dos principais fatores limitantes para um ótimo desempenho das aves, e, nos últimos anos, vários métodos biológicos foram desenvolvidos, gerando várias definições para expressar os valores de EM dos alimentos, e seus méritos tem sido extensivamente debatidos na literatura científica (MARTINEZ, 2002).

2.4 Aspectos que interferem nos valores de energia metabolizável

A energia metabolizável para aves é dividida em duas porções: EM para manutenção e EM para produção, existindo fatores (endógenos e/ou exógenos), responsáveis por variações nos valores energéticos dos alimentos (GRIMBERGEN, 1974).

De acordo com Rostagno & Queiroz (1978), em aves adultas, os valores de EMA são maiores que os obtidos para aves jovens, especialmente para alimentos contendo altos teores de fibras, podendo assim inferir a existência de fatores influenciando a EMA dos alimentos, como por exemplo a velocidade de passagem do alimento pelo trato digestório.

Na tentativa de reduzir a variação entre os valores de EM, de acordo com Martinez (2002), utiliza-se a prática de correção pelo balanço de nitrogênio (BN), que pode ser negativo ou positivo. A retenção de nitrogênio pode ser afetada por vários fatores, entre eles o consumo e a composição do alimento fornecido. O nitrogênio dietético retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos contendo energia, como o ácido úrico, sendo comum a correção nos valores de EMA obtidos para balanço de nitrogênio igual a zero, determinando assim a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn). O valor desta correção é de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido (HILL & ANDERSON, 1958), em razão de esta ser a energia obtida quando o ácido úrico é completamente oxidado. Esta correção dos valores energéticos é considerada essencial, pois a variação encontrada nos valores de EMAn são menores que aquelas obtidas para EMA. Além disso, sabe-se que este balanço estima com precisão a retenção ou a perda de nitrogênio pelo animal.

Existem duas críticas ao sistema de EMA: na primeira, os estudos mostram que variações na quantidade de energia dos alimentos obtidos pelo sistema de EMA estão diretamente relacionados com o consumo de alimentos; assim, há possibilidade de ocorrer menor estimativa nos valores de EMA em alimentos que tendem a causar depressão em seu consumo. Na segunda, é a incorreta suposição de que toda energia perdida na excreta vem diretamente do alimento. No entanto, sabe-se que existem perdas endógenas e metabólicas que não são oriundas do alimento (MARTINEZ, 2002).

2.5 Método tradicional de coleta total de excretas

Neste método, utilizado para determinação dos valores de energia metabolizável, são necessários registros rigorosos das quantidades de rações ingeridas e quantidade de excretas. Segundo Sibbald (1975), esta técnica normalmente é trabalhosa, demorada, onerosa e necessita de maior quantidade de material. São determinados também a energia bruta e o nitrogênio das rações e das excretas, conforme técnica descrita por

Silva (1990), obtendo-se os valores energéticos dos alimentos segundo as fórmulas descritas por Matterson, Potter & Stutz (1965).

Para coleta das excretas são utilizadas bandejas cobertas por lâminas plásticas, e o material recolhido é pesado e acondicionado a -5°C. No final do experimento, as amostras são descongeladas, homogeneizadas, sendo delas retiradas alíquotas de 400 a 500g e levadas à estufa de ventilação forçada à 55°C por 72 horas, para realização da pré-secagem, e posteriormente analisadas (GOMES, 2003).

2.6 Alimentos protéicos e suas demandas na alimentação animal

Segundo Torres (1979), alimento é toda a matéria suscetível de ser transformada e aproveitada pelos animais, sustentando-lhes a vida, a saúde e a produção. Cada alimento é composto de nutrientes, entrando no organismo em dose variável e, ao ser metabolizado, produz um efeito específico.

As proteínas são constituídas pelos compostos nitrogenados do alimento e servem para refazer as perdas dos tecidos do corpo, para a construção de novos tecidos (formação da carne, esqueleto, penas, etc.), e entram em grande parte na formação do ovo. São elas constituídas da reunião de monômeros mais simples, no qual são desdobrados na digestão para serem absorvidas: os aminoácidos (TORRES, 1979).

Em 2005, a indústria nacional de rações atingiu uma produção de 47 milhões de toneladas, com uma necessidade crescente em volume de ingredientes, havendo poucas alternativas à combinação de milho e farelo de soja. Neste contexto, existem atualmente uma grande produção de farinhas de subprodutos de origem animal, entre elas a farinha de carne e ossos, farinha de peixe e farinhas de penas e vísceras, sendo muito importantes nos aspectos econômicos e nutricionais, constituindo-se em excelentes fontes protéicas para utilização na fabricação de rações para suínos e aves, desde que asseguradas a qualidade das mesmas. Por se tratar de subprodutos de origem animal, maiores cuidados são necessários, pois estes apresentam dificuldades de padronização em função do processo produtivo e da origem dos resíduos que compõem as farinhas de origem animal, sendo que a não utilização destes produtos na alimentação animal (não ruminantes) acarretaria grandes prejuízos ao meio ambiente. No Brasil, há uma produção de carnes de aproximadamente 20 milhões toneladas/ano, estimando-se que a produção de todas as farinhas seja de aproximadamente 2,9 milhões de toneladas/ano. Isso tem um valor econômico altamente significativo, superando os R\$ 2,5 bilhões/ano,

estando grande parte deste valor agregado a indústria de rações, que equivale a mais de R\$ 20 bilhões/ano (BELLAVÉR, 2005).

Segundo Costa (2004), a crescente produção mundial de soja, estimada em 200 milhões de toneladas em 2005, tem na indústria de moagem seu principal destino final, absorvendo cerca de 95% do volume colhido para transformação em óleo vegetal e farelo de soja, tendo este último, um papel importantíssimo na alimentação animal, especialmente de não ruminantes. Os Estados Unidos, principal consumidor mundial de farelo de soja, deverá absorver no último ano (2005) um montante de 78,2 milhões de toneladas, segundo dados do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), e a China, outro grande consumidor de produtos primários, algo em torno de 21,5 milhões de toneladas, para utilização principalmente na atividade avícola. De acordo com Sindirações (2005), a demanda brasileira de farelo de soja em 2005 para a produção de rações foi em mais de 9 milhões de toneladas, sendo mais de 50% deste montante destinado ao setor avícola, principalmente para a produção de frangos de corte.

2.6.1 Origem Animal

2.6.1.1 Farinha de carne e ossos

Pelo alto valor biológico das proteínas de origem animal, a farinha de carne e ossos, durante muito tempo, se impunha como matéria prima indispensável ao preparo de rações. Isso se deve ao seu valor nutritivo, em proteínas, gorduras, minerais, como cálcio e fósforo e principalmente como fonte de aminoácidos e vitamina B₁₂ (BUTOLO, 2002). Segundo Andriguetto et al. (1983), a farinha de carne e ossos apresenta valores médios variando de 1930 a 1980 kcal de EMA/kg de ração para aves e proteína bruta (PB) podendo variar de 37 a 50%. Rostagno et al. (2005) referenciaram as farinhas de carne e ossos comumente utilizadas variando de 1700 a 2791 kcal de EMAn/kg de ração para aves e 1778 a 2872 kcal de EMVn/kg de ração, devendo-se estas variações principalmente à falta de padronização encontrada neste tipo de alimento e aos níveis diferenciados de proteína bruta (35, 38, 41, 45, 51, 55 e 60%).

Nos últimos anos, o uso da farinha de carne e ossos tem sido restringido, especialmente nos dias iniciais de vida das aves, sendo atribuído a este fato a enorme possibilidade de incidência de microorganismos patogênicos, obviamente quando tal

ingrediente não tenha sido submetido a processamento, transporte e estocagem adequados, podendo constituir-se em um grande problema tanto do ponto de vista econômico dentro do sistema de produção avícola ou até mesmo no delicado quesito saúde pública. Neste contexto, um exemplo clássico para tal afirmação é o caso da doença encefalopatia espongiforme bovina (conhecida popularmente como “doença da vaca louca”), que além de ter gerado uma ampla discussão em todo o mundo, afetou significativamente as exportações brasileiras de carne. Para tanto, organizou-se uma conferência técnico-científica, através da Comissão Européia (European Commission, 1997), no intuito de discutir assuntos inerentes à cadeia produtiva de carne em geral, tendo em destaque no campo da nutrição, discussões referentes ao uso de farinha de carne e ossos em rações animais. Dentre as medidas mitigadoras necessárias para se evitar a doença, definiu-se abolir o uso da farinha de carne e ossos na alimentação de animais ruminantes, porém, não houve proibição quanto ao uso desta na alimentação de animais não-ruminantes (BELLAYER, 2001).

O uso de farinha de carne e ossos poderia ser aumentado e estimulado, visto seu grande potencial em fornecer nutrientes e energia, com alta disponibilidade biológica. Contudo, a falta de organização do setor impede uma qualidade homogênea do produto encontrado no mercado (BELLAYER, 2001).

2.6.1.2 Farinha de peixe

No Brasil, a farinha de peixe disponível normalmente é proveniente da sardinha que é pescada para a produção de conservas ou extração de óleos para consumo humano. Portanto, é uma farinha proveniente de resíduos, sendo processada a partir das partes não comestíveis (cabeça, rabo, coluna vertebral e vísceras) e não decompostos. A farinha de peixe pode ser encontrada com ou sem extração do óleo, no entanto, obrigatoriamente deve ser seca e moída, não devendo conter mais que 10% de umidade e possuir seus teores de NaCl devidamente indicados. O processamento do peixe integral somente é feito quando rejeitado para consumo humano (TORRES, 1979).

As farinhas de peixe são fontes de aminoácidos essenciais, especialmente lisina, metionina, treonina e triptofano. Em função da variabilidade no conteúdo do óleo e da proteína bruta, o seu valor em energia metabolizável é bastante variável (BUTOLO, 2002).

De acordo com Andriguetto et al. (1983), para as aves, as farinhas de peixe apresentam um significado especial, particularmente para aquelas que, na fase inicial de vida, tais como perus, faisões e codornas, necessitam de grandes níveis de proteína de alto valor biológico. As farinhas de peixe nacionais apresentam, em média, variações que vão de 54 a 61% de PB. Rostagno et al. (2005) apresentam a farinha de peixe tendo 2627 à 2778 kcal de EMAn/kg e 3065 kcal de EMVn/kg para aves e, neste contexto, Silva et al. (2003), trabalhando com codornas japonesas de 22 a 65 dias de idade, encontraram valores de EMA e EMAn para a farinha de peixe de 2874 kcal/kg e 2453 kcal/kg, respectivamente.

2.6.1.3 Farinha de penas e vísceras

Na totalidade da cadeia produtiva avícola, um número bastante elevado de subprodutos é disponibilizado com características específicas e passíveis de utilização sem restrições na alimentação animal, desde que processado corretamente, sendo a farinha de penas e vísceras o produto resultante do processamento de penas limpas não decompostas, hidrolizadas sob pressão e misturadas com resíduos de abate (vísceras, pescoço, pés, de aves abatidas) cozidos, prensados para extração do óleo e moídos. São permitidos a participação de carcaças e sangue, desde que não alterem significativamente a composição química média estabelecida (BUTOLO, 2002). Rostagno et al. (2005) listam a farinha de penas e vísceras como tendo 3264 kcal de EMAn/kg e 3482 kcal/kg de EMVn para aves.

2.6.2 Origem Vegetal

2.6.2.1 Farelo de soja

Devido ao elevado valor protéico e conseqüentemente a um excelente equilíbrio em aminoácidos, a soja (*Glycine max L.*) se torna o mais adequado suplemento protéico vegetal disponível para alimentação. Porém, Andriguetto et al. (1999) afirmam que a soja crua não é adequada para a alimentação de aves em virtude de apresentar fatores antinutricionais como: os inibidores de proteases, as hemaglutininas (lectinas), os fatores goitrogênicos, as antivitaminas e fitatos, lipoxidases, algumas saponinas, etc. Estas substâncias são prejudiciais às aves, pois deprimem o crescimento por inadequado

aproveitamento da proteína. Para Torres (1979), devido a esses fatores antinutricionais, é necessário submeter a soja a um processo de tostagem, pois assim serão eliminados os fatores antinutricionais e ocorrerá uma melhoria significativa na sua aceitabilidade pelos animais.

De acordo com Torres (1979), o farelo de soja constitui-se em um subproduto do qual foi retirado o óleo, sendo considerado um excelente alimento para aves por apresentar teores de PB variando de 41% a 51%. Silva et al. (2003) indicam a EMA e EMAn do farelo de soja como 2718 e 2456 kcal/kg para codornas mistas com 22 dias de idade e Furlan et al. (1998) referenciaram para codornas machos aos 65 dias de idade como tendo 2565 e 2592 kcal/kg respectivamente. No entanto, o farelo de soja apresenta uma energia metabolizável baixa em relação à energia bruta, devido principalmente à presença de alguns carboidratos, como a rafinose e a celobiose, que, por serem considerados fatores antinutricionais de flatulência, não são metabolizados, interferindo negativamente na energia metabolizável.

Segundo Rodrigues (2000), o farelo de soja apresenta em sua composição aproximadamente 20% (na MS) de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), sendo indigerível pelas aves e não recomendado especialmente para aves jovens. É importante frisar que a presença de PNAs solúveis no lúmen intestinal promove, principalmente devido à formação de polímeros ou géis com água, um aumento na viscosidade da digesta, que, além de interferir na digestibilidade do amido, da proteína e dos lipídeos, prejudica também a digestão e, conseqüentemente, a absorção dos nutrientes, exatamente por dificultar a ação das enzimas digestivas e a difusão de substâncias relacionadas a este processo (ANNISON & CHOCT, 1991).

2.7 Alimentos energéticos e suas demandas na alimentação animal

Segundo Penz, Kessler & Brugalli (1999), nos sistemas de produções avícolas, a alimentação representa aproximadamente 70% dos custos finais de produção, tendo os ingredientes de natureza energética uma considerável participação nestes custos. O milho constitui-se em um excelente ingrediente fornecedor de energia, sendo o insumo de maior uso e de maior valor econômico na fabricação de rações, o que, dependendo da época do ano, pode ser responsável por cerca de 40% do custo de produção, haja vista a elevada proporção, em relação ao farelo de soja, que este ingrediente entra na formulação de rações, especialmente de monogástricos. De acordo com Sindirações (2005), a

demanda de milho para a produção de rações em 2005 foi de aproximadamente 28 milhões de toneladas, mais de 50% deste volume destinado à avicultura, especialmente de corte.

Gomes (2003) afirma que, à medida que os custos de produção aumentam, os nutricionistas verificam a necessidade de busca em alimentos alternativos que atendam as exigências dos animais nas suas diferentes fases de produção. Assim, é possível utilizar, como ingredientes energéticos alternativos ou não convencionais, o milheto, o sorgo, os farelos de arroz (integral e desengordurado), farelo de trigo, óleos vegetais e gorduras de origem animal, dentre outros. No entanto, para que um alimento se enquadre no perfil de alternativo ou não convencional, de acordo com Fialho & Barbosa (1999), o primeiro pré-requisito indispensável é que o insumo esteja disponível em uma determinada região por um período mínimo de tempo e em quantidade que possa permitir uma troca significativa com aquele alimento convencionalmente utilizado.

A EMAn do milho, do farelo de trigo e do farelo de arroz integral foi determinada para codornas com 65 dias de idade por Furlan et al. (1998), encontrando os valores de 3429, 2399 e 3014 kcal/kg de matéria natural, respectivamente. Estes mesmos alimentos apresentam uma EMAn para aves, segundo Rostagno et al. (2005), de 3381, 1824 e 2534 kcal/kg de matéria natural, valores estes que sugerem a maior eficiência por parte das codornas no aproveitamento energético destes alimentos, principalmente os que apresentam maior conteúdo de fibra bruta.

2.7.1 Milheto-grão

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é um cereal de grande importância mundial, sendo seu grão utilizado para alimentação animal com relativa segurança em virtude do seu bom valor nutricional. No entanto, o sucesso em seu uso dependerá da observação de todos os fatores implicados no balanceamento correto das rações e no manejo dos animais. Segundo Café, Stringhini & França (2002), embora o milheto seja plantado em cerca de 10 milhões de hectares na Índia e 14 milhões na África, sua participação é pequena (menos de 1%) em relação à produção mundial de grãos, que em 2001, segundo USDA, foi de 1.835,9 milhões de toneladas. No Brasil, a área plantada ultrapassa pouco mais que 2 milhões de hectares.

Quanto às suas características bromatológicas e filogenéticas, é um possível substituto do milho, e sua energia apresenta uma valorização menor que este último,

necessitando de um ajuste com material de alta energia, como óleos ou gorduras e, só assim, a ração não terá o seu valor energético depreciado. Com base somente na energia metabólica das rações, é recomendada uma substituição em torno de 10 a 15 % do milho (TORRES, 1979), pois valores superiores necessitariam de um volume maior de matérias gordurosas, o que poderia inviabilizar sua utilização.

Quanto aos fatores antinutricionais, a literatura cita alguns casos onde se encontraram efeitos goitrogênicos, especialmente em rações com baixos níveis de iodo para poedeiras, causando aumento da glândula tireóide (órgão mais exigido para a produção da casca dos ovos) (TORRES, 1979).

Em relação à quantidade de xantofilas na ração, o milho torna a torna mais pobre neste pigmentante quando comparado às rações com milho. Desta forma, quando este fator for limitante, o seu uso deve ser acompanhado pela correção deste pigmentante (LEANDRO et al., 1999).

Rostagno et al. (2005) descreveram o milho-grão como tendo 3168 kcal/kg de EMAn e 3354 kcal de EMVn/kg para aves. Rodrigues et al. (2001) determinaram os valores de EMA, EMAn e EMVn do milho-grão para pintos de corte e galos adultos, tendo 2991, 2968 e 2987 kcal/kg, respectivamente, para pintos e 2804, 3103 e 3309 kcal/kg para galos adultos, concluindo que o milho-grão poderá constituir-se em alimento alternativo ao milho, porém com valores energéticos um pouco inferiores.

Leandro et al. (1999), estudando codornas com 70 dias de idade em postura, concluíram que dietas com até 100% de substituição do milho por milho-grão não apresentaram significância quanto aos índices de produtividade, podendo servir como substituto ao milho, porém devendo-se incluir na ração uma fonte de pigmentação para as gemas dos ovos.

2.7.2 Sorgo

O sorgo (*Sorghum bicolor*) possui algumas características semelhantes ao milho, podendo então substituí-lo em algumas situações, porém com mais ressalvas que o milho-grão. Analisando a energia, é um pouco menor que a do milho, sendo necessária apenas adição de gorduras ou óleos para a manutenção de níveis energéticos adequados quando sua inclusão é alta e não se oferece outro ingrediente, como protenose ou glutenose. Do mesmo modo que o milho-grão, existe a necessidade de se triturar o grão para permitir que as enzimas digestivas atuem sobre o seu endosperma e

promova a digestão do grão. Quanto ao seu teor protéico, apesar de possuir níveis de proteína bruta superiores ao milho, o perfil de aminoácidos e a digestibilidade são inferiores. O sorgo possui também, na sua estrutura, um conjunto de compostos fenólicos que podem influenciar na cor, aparência e qualidade nutritiva do grão, dentre estes o tanino (TORRES, 1979).

Por ser o tanino um fator antinutricional, a maioria dos sorgos cultivados atualmente possuem baixos teores do mesmo. No entanto, sua utilização requer alguns cuidados, visto que altos níveis desta substância interferem diretamente na digestão e disponibilidade de proteína e energia. A ração produzida com sorgo apresenta níveis de pigmentantes inferiores aos das rações produzidas com milho, necessitando de aporte de produtos como a protenose ou pigmentantes sintéticos (xantofilas). Mesmo com todos estes fatores, o sorgo pode ser utilizado nas rações de aves e, em alguns casos, substituir uma parcela considerável do milho, dependendo do seu custo na região (TORRES, 1979).

De acordo com Fernandes (2002), no Brasil a safra 2001/02 foi representada por 800.000 hectares de sorgo granífero plantados, distribuídos nos diferentes Estados da federação, o que resultou na colheita de 1,8 milhões de toneladas, tendo a região sudeste a maior participação (32,9%).

Segundo Rostagno et al. (2005), o sorgo apresenta EMAn de 3192 kcal/kg e EMVn de 3481 kcal/kg para aves, valores inferiores aos apresentados pelo milho, de 3381 kcal de EMAn/kg e EMVn de 3515 kcal/kg para aves.

2.7.3 Farelo de arroz integral

Na produção de arroz para consumo humano, existem alguns subprodutos que são gerados após as etapas de processamento. O primeiro seria a palha deixada no campo após a colheita, seguido pelo resíduo da pré-limpeza, que é gerado após a primeira limpeza que o arroz sofre quando vem do campo e, por último, os farelos de arroz (integral ou desengordurado), que nada mais são que o subproduto do polimento ou beneficiamento do arroz descascado, constituído da camada intermediária entre a casca e o endosperma (CANCHERINI, 2005).

Também de acordo com o autor supracitado, a safra brasileira de arroz para 2005 foi de 12,7 milhões de toneladas, obtendo-se em 8% deste total, após beneficiamento, aproximadamente 1 milhão de toneladas de farelo de arroz integral.

De acordo com Torres (1979), o farelo de arroz integral é um ingrediente utilizável nas rações animais, desde que seja consumido rapidamente após a sua produção ou sofra adição de antioxidantes, pois as gorduras insaturadas presentes no farelo sem conservante são rapidamente oxidadas, formando peróxidos e radicais livres que são muito reativos. A rancidez, além de comprometer a palatabilidade dos alimentos, pode ser tóxica ou destruir algumas vitaminas, principalmente as lipossolúveis. Quanto ao teor energético, o farelo de arroz integral possui aproximadamente 10% menos energia metabolizável para as aves que o milho, necessitando de outros ingredientes mais ricos em energia na composição da ração para a manutenção de níveis adequados. No que se refere ao valor protéico, seu teor é maior que o do milho e seu perfil de aminoácidos é melhor para aves. Porém, existem alguns inconvenientes na utilização destes farelos, como, por exemplo, a deficiência em pigmentantes, a grande presença de fósforo na forma fítica (85%) e os elevados teores de fibra bruta e de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), que interferem na digestibilidade dos nutrientes e no aproveitamento da energia.

Rostagno et al. (2005) expressaram a composição energética do farelo de arroz integral em aves de 2534 kcal/kg de EMAn e 3143 kcal de EMVn/kg. Porém, Andriquetto et al. (1983) encontraram o valor de 2200 kcal de EMA/kg.

2.7.4 Óleos e gorduras

Segundo Bellaver (2005), com base no abate das espécies bovina, suína e avícola (± 20 milhões de toneladas/ano), estima-se uma produção anual de todas as gorduras na casa de 2,13 milhões de toneladas. Deve-se ter em mente, em toda consideração que se faça aos subprodutos de origem animal, o que representam para a economia do país (BELLAYER, LUDKE & LIMA, 2005).

Os óleos e as gorduras são compostos de estrutura orgânica, formadas na sua maioria pela união de três ácidos graxos a um poliálcool chamado glicerol, formando uma estrutura conhecida como triglicerídeo (BUTOLO, 2002).

Andriquetto et al. (1999) afirmaram que a quantidade de óleo ou gordura a ser incorporada em uma ração deve ser em função da qualidade da mesma, da composição dos alimentos aos quais serão misturadas e evidentemente da espécie animal, sendo que dois aspectos distintos devem ser levados em consideração: a adição de óleos ou gorduras na ração de aves destinadas à produção de carne e a adição para poedeiras

comerciais e reprodutoras. Verificamos que no primeiro caso a maior adição é mais tolerada que no segundo caso, visto que, para poedeiras, o excesso pode comprometer a produção de ovos. Os percentuais de adição são bastante variáveis, podendo chegar até 10% no caso de aves em fase de acabamento ou engorda e, em contrapartida, níveis mais baixos são incorporados em rações de aves na fase inicial. Porém, normalmente os níveis de incorporação vão no máximo a 6%. A adição de óleos e gorduras sempre devem ser acompanhadas de um antioxidante, além do próprio óleo e da gordura já estarem convenientemente estabilizadas. Vale também a ressalva que o conjunto de gordura vegetal com gordura animal oferece sinergismo, o que aumenta o valor calórico comparativamente aos produtos isolados.

De acordo com Rostagno et al. (2005), a gordura de aves contém 8681 kcal/kg de EMAn e 9159 kcal de EMVn/kg, o óleo de soja refinado apresenta 8790 kcal de EMAn/kg e 9200 kcal/kg de EMVn, a gordura de suíno contém 8080 kcal de EMAn/kg e 8963 kcal de EMVn/kg e o sebo bovino 7401 kcal de EMAn/kg e 8116 kcal de EMVn/kg.

Portanto, verifica-se atualmente que as pesquisas são, em sua maioria, com frangos de corte e galinhas poedeiras, havendo a necessidade de realização de trabalhos para se determinar o valor nutritivo de alimentos para codornas, no intuito de permitir a correta formulação de rações para esta espécie, maximizando principalmente a produtividade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e época de realização do experimento

O experimento foi realizado em um galpão não climatizado, localizado no setor de coturnicultura da Faculdade de Zootecnia da Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS, município de Alfenas – MG, situado a uma altitude de 847 m., 21^o 27' 18" latitude sul e 45^o 58' 38" longitude oeste, com predominância do clima subtropical úmido, temperatura anual média de 20,3^o C e relevo ondulado. O período em que foram realizados os ensaios compreendeu os meses de maio à julho de 2004.

3.2 Procedimentos e dietas experimentais

Foram adquiridas 700 codornas japonesas fêmeas, com um dia de vida, e criadas em um galpão convencional em círculo de proteção com lâmpadas infravermelhas (250W) para aquecimento até a quinta semana de idade, recebendo ração inicial e água à vontade.

Na sexta semana de idade (início da postura), selecionaram-se 280 codornas, onde 250 aves foram alojadas em gaiolas metálicas e destinadas a quatro ensaios de determinação de energia metabolizável. Em cada ensaio foi utilizada uma quantidade de codornas, não necessariamente as 250 disponíveis, pois houve variação no número de alimentos testados em cada ensaio, utilizando-se 50 aves para cada alimento testado. As gaiolas utilizadas possuíam as dimensões de 32 x 38 x 16 cm, distribuídas em cinco andares com cinco gaiolas por andar, sendo adotada uma densidade de 10 aves/gaiola, estando estas equipadas com comedouros tipo calha, bebedouros tipo *nipple* e bandejas para coleta das excretas. As aves permaneceram até a 18^a semana de idade nas gaiolas, recebendo um programa de luz de 16,5 horas/dia e uma única ração referência (Postura) à base de milho e farelo de soja, seguindo recomendações nutricionais conforme NRC (1994) (Tabela 1), bem como água à vontade.

A partir da 19^a semana de idade, iniciou-se o período experimental, que compreendeu 32 dias corridos, no qual realizaram-se quatro ensaios seqüenciais com seus respectivos tratamentos e cinco repetições cada, compostos por oito dias/ensaio, sendo cinco dias para adaptação às rações testes e três dias para coleta das excretas, intervaladas em cinco dias para descanso das aves.

Tabela 1 – Composição percentual da ração referência

Ingrediente	%
Milho	57,340
Farelo de soja	32,944
Fosfato bicálcico	1,306
Calcário calcítico	5,348
Óleo de soja	2,431
Sal comum	0,291
Premix mineral ¹	0,100
Premix vitamínico ²	0,100
DL – metionina (99%)	0,140
Composição calculada	
Energia metabolizável, (kcal/kg)	2900
Proteína bruta, %	20
Cálcio, %	2,5
Fósforo, % disponível	0,35
Sódio, %	0,15
Lisina, %	1,00
Metionina, %	0,45
Metionina + Cistina, %	0,70

¹ Suplementação por kg de ração: 70 ppm Mn; 60 ppm Zn; 50 ppm Fe; 8,5 ppm Cu; 1 ppm I; 0,2 ppm Co.

² Suplementação por kg de ração: 7000 UI de Vit. A; 2100 UI de Vit D₃; 0 UI de Vit E; 2,0 mg de Vit K₃; 2,0 mg de Vit B₁; 4,0 mg de Vit B₂; 39,8 mg de Niacina; 15,6 mg de Ácido pantotênico; 3,0 mg de Vit B₆; 0,030 mg de Vit B₁₂; 1,0 mg de Ácido fólico; 0,10 mg de Biotina e 0,20 mg de Se.

Foram avaliados, nos quatro ensaios, dois grupos de alimentos, sendo eles: protéicos (farinha de carne e ossos, farinha de peixe, farinha de penas e vísceras e duas marcas comerciais de farelos de soja - 1 e 2), incorporados à ração referência, com base na matéria natural, nas proporções de 20 e 30% para os de origem animal e vegetal, respectivamente; e energéticos (milheto, sorgo, farelo de arroz integral, óleo de soja refinado, gordura de aves, sebo bovino e gordura de suínos), também incorporados à uma ração referência, na matéria natural, nas proporções de 40 e 10% para os de origem vegetal e o óleo e gorduras, respectivamente, totalizando 12 alimentos.

Os alimentos incorporados em substituição para cada tratamento de acordo com os ensaios, foram:

1ª Ensaio: T₁: Farinha de carne e ossos (45%)
T₂: Farinha de peixe (54%)
T₃: Farinha de penas e vísceras
T₄: Controle (100% ração referência)

2ª Ensaio: T₁: Milheto-grão
T₂: Sorgo com baixo tanino
T₃: Farelo de arroz integral
T₄: Controle (100% ração referência)

3ª Ensaio: T₁: Farelo de soja 1 (45%)
T₂: Farelo de soja 2 (45%)
T₃: Controle (100% ração referência)

4ª Ensaio: T₁: Óleo de soja refinado
T₂: Gordura de aves
T₃: Sebo bovino
T₄: Gordura de suínos
T₅: Controle (100% ração referência)

Adotou-se o método tradicional de coleta total de excretas, usado o óxido férrico como marcador fecal, para se identificar e anotar o início e final exato do período de coleta em cada ensaio. O fornecimento de ração durante o período de adaptação foi à vontade em duas vezes ao dia, tendo como base 25 g/ave/dia. Porém, durante o período de coleta, embora a ração também tenha sido à vontade, procedeu-se ao arraçoamento em três vezes ao dia de forma controlada, evitando-se assim o desperdício. No final do período de coleta em cada ensaio, todas as sobras de cada tratamento foram reunidas, pesadas e determinado o consumo.

As excretas foram coletadas em bandejas metálicas devidamente forradas com lonas plásticas uma vez ao dia (16:00 horas), tomando-se o cuidado de antes das coletas proceder a uma criteriosa limpeza das excretas, retirando penas e grânulos de ração. Após as coletas, as excretas foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos, identificados de acordo com sua parcela e armazenados em freezer (-5°C) até o período final de coleta em cada ensaio, quando as excretas foram descongeladas, devidamente

homogeneizadas e pesadas, retirando-se 450 g de amostra por parcela para secagem em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C. Após a pré-secagem, foram moídas e acondicionadas em potes plásticos para posteriores análises.

Simultaneamente, foi separado um grupo de 30 aves, alojadas em cinco repetições de seis aves/gaiola para determinação das perdas endógenas. As aves foram submetidas a um jejum de 48 horas, sendo coletado todo o material excretado a partir da quarta hora e submetido ao mesmo processo descrito para as parcelas que receberam os tratamentos, realizando-se, no final do experimento, a correção das perdas endógenas para os três dias de coleta.

As rações referências, bem como os 12 alimentos testados, foram encaminhados ao laboratório para análise bromatológica e determinação da energia bruta em bomba calorimétrica. Nas excretas coletadas, foram determinadas a matéria seca e a energia bruta, sendo todas as análises realizadas segundo metodologias descritas por Silva (1990).

Ao final dos ensaios e com base nos resultados laboratoriais, foram determinados, nas rações referências e nos alimentos testados, os valores de energia metabolizável aparente (EMA), utilizando-se as equações descritas por Matterson, Potter & Stutz (1965), e realizados ajustes para retenção de nitrogênio para determinação da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn); também foram realizadas algumas adaptações nestas equações para determinação da energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

Foi calculado também o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), obtido pela porcentagem de EB convertida em EMA (ARC, 1980). Os valores do coeficiente de metabolização da EB foram submetidos à análise de comparação múltipla pelo teste de Tukey, por meio do Sistema para Análises de Variância – SISVAR, segundo Ferreira (2000).

Fórmulas utilizadas no cálculo da energia metabolizável e no coeficiente de metabolização da EB:

$$\mathbf{EMA_{(RT)} \text{ ou } EMA_{(RR)}} = (\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{EMA do alimento} = \mathbf{EMA_{(RR)}} + (\mathbf{EMA_{(RT)}} - \mathbf{EMA_{(RR)}}) / \text{g/g de substituição}$$

$$\mathbf{EMAn_{(RT)} \text{ ou } EMAn_{(RR)}} = \text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN}) / \text{MS ingerida}$$

$$\text{BN} = (\text{N ingerido} - \text{N excretado})$$

$$EMV_{(RT)} \text{ ou } EMV_{(RR)} = EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} - EB \text{ endógeno}) / MS \text{ ingerida}$$

$$EMVn_{(RT)} \text{ ou } EMVn_{(RR)} = EB \text{ ingerida} - (EB \text{ excretada} - EB \text{ endógeno} + 8,22 \times BNV) / MS \text{ ingerida}$$

$$BNV = (N \text{ ingerido} - (N \text{ excretado} - N \text{ endógeno}))$$

$$CMEB = EMA / EB \text{ do alimento} \times 100$$

onde:

EB - energia bruta,

MS - matéria seca,

BN - balanço de nitrogênio,

BNV - balanço de nitrogênio verdadeiro,

RT - ração com alimento teste,

RR - ração referência.

3.3 Delineamento experimental

O experimento contou com quatro ensaios consecutivos, sendo cada um deles conduzido em um delineamento em blocos casualizados com seus respectivos tratamentos e cinco repetições cada, e unidades experimentais compostas por 10 aves cada.

O modelo estatístico adotado para o experimento foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} - observação no tratamento i e bloco j ;

μ - média do experimento;

t_i - efeito do tratamento i ;

b_j - efeito do bloco j ;

e_{ij} - resíduo do tratamento i no bloco j .

Os resultados dos valores energéticos obtidos foram apresentados juntamente com seus desvios padrão.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutritional requirement of ruminant livestock.** London: CAB international, 1980. 351p.

ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição animal:** alimentação animal. São Paulo: Nobel, 1983. 425p.

ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição animal:** as bases e os fundamentos da nutrição animal - os alimentos. São Paulo: Nobel, 1999. 395p.

ANNISON, G.; CHOCT, M. Anti-nutritive activities of cereal non-starch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. **Poultry Science Journal**, v.47, p.222-241, 1991.

BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas – SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p.167-190.

BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e aves. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO ALLTECH DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2, 2005, Curitiba – PR. **Anais...** Curitiba: Alltech Biotechnology, 2005. p.106-122.

BELLAVER, C.; LUDKE, J.; LIMA, G. J. M. M. Qualidade de ingredientes para rações. In: GLOBAL FEED AND FOOD FORUM, 2005, São Paulo – SP. **Anais...** São Paulo: 2005. p.192-216.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal.** Campinas: CBNA, 2002. 430p.

CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H.; FRANÇA, A. F. S. Utilização do milheto na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2, 2002, Uberlândia – MG. **Anais...** Uberlândia: CBNA, 2002. p.05-38.

CANCHERINI, L. C. **Utilização de subprodutos de arroz, em dietas para frangos de corte, com base nos conceitos de proteína bruta e ideal.** 2005. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

COSTA, A. P. Os caminhos da soja. **Avicultura Industrial**, v.17, n.8, p.21-26, 2004.

FERNANDES, E. A. Utilização de grão de sorgo na nutrição de frangos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2, 2002, Uberlândia – MG. **Anais...** Uberlândia: CBNA, 2002. p.59-72.

FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema para análise de variância.** Lavras: UFLA - (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2000.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA, 1999. 196p.

FURLAN, A. C. et al. Valor energético de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.6, p.1147-1150, 1998.

FURLAN, A. C.; MACARI, M. Motilidade gastrintestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p.97-103.

GOMES, F. A. **Avaliação energética e digestibilidade de nutrientes de resíduos de biscoito de polvilho para frangos de corte**. 2003. 19p. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG.

GRIMBERGEN, A. H. M. Energy expenditure under productive conditions. In: MORRIS, T. R.; FREEMAN, B. M. (Ed) **Energy Requirements of Poultry**. Edinburgh: British Poultry Science, 1974, p.61-71.

HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, v.64, n.4, p.587-604, 1958.

LEANDRO, N. S. M. et al. Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) como substituto do milho em rações para codornas japonesas em postura (*Coturnix coturnix japonica*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.2, p.177-182, 1999.

MARTINEZ, R. S. **Avaliação da metodologia e do período de coleta na determinação do valor energético de rações para aves**. 2002. 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MATTERSON, L. D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens**. Storrs: University of Connecticut - Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7)

MURAKAMI, A. E.; ARIKI, J. **Produção de Codornas Japonesas**: Jaboticabal: Funep, 1998. 76p.

MURAKAMI, A. E. Nutrição de codornas em postura. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 1998, Campinas - SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p.19-38.

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

PENZ, A. M.; KESSLER, P. G.; BRUGALLI, I. T. **Valor nutricional y toxicidad de las grasa en el alimento**: memorias del VIII seminario de patologia aviar. Georgia, EUA: 1999. 205p.

RODRIGUES, P. B. **Digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. 2000. 203p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RODRIGUES, P. B. et al. Valor energético do milheto, milho e subprodutos do milho determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.6, p.1767-1778, 2001.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabela Brasileira para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H. S.; QUEIROZ, A. C. Milho, sorgo e novas fontes energéticas para aves: In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS EM NUTRIÇÃO AVÍCOLA, 1978. **Anais...** 1978. p.83-103.

SHIM, K. F.; VOHRA, P. A. A review of the nutrition of japanese quail. **Word's Poultry Science Journal**, v.40, n.3, p.261-274, 1984.

SHIRES, A. et al. Effect of the age of chickens on the true metabolizable energy values of feed ingredients. **Poultry Science**, v.59, n.2, p.396-403, 1980.

SIBBALD, I. R. The effect of level of feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. **Poultry Science**, v.54, n.6, p.1990-1997, 1975.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990. 165p.

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

SINDIRAÇÕES. **Demanda de macroingredientes 2005**. Disponível em: < www.sindiracoes.org.br>. Acesso em 14 fev. 2006.

TORRES, A. D. P. **Alimentos e nutrição das aves domésticas**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1979. 324p.

CAPÍTULO II

DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM ALGUNS ALIMENTOS PROTÉICOS PARA CODORNAS JAPONESAS

RESUMO

GOMES, F.A. Determinação dos valores de energia metabolizável em alguns alimentos protéicos para codornas japonesas. **In:_____**. **Determinação de valores energéticos em alimentos utilizados para codornas japonesas**. 2006. p.27-42. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG¹

O experimento foi conduzido para determinar a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável verdadeira (EMV) e as EMA e EMV corrigidas para o balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn), assim como o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) de cinco alimentos protéicos, para codornas japonesas. Foram utilizadas codornas japonesas, em postura, com 19 semanas de idade, distribuídas em um delineamento em blocos casualizados. O experimento foi composto por dois ensaios com duração de oito dias cada, sendo cinco dias para adaptação e três dias para coleta das excretas, e cinco dias de intervalo entre os ensaios. No primeiro ensaio foram avaliadas a farinha de carne e ossos, farinha de peixe e farinha de penas e vísceras, mais a ração referência, com cinco repetições de dez aves cada, adotando-se o método tradicional de coleta total de excretas. Os alimentos testados substituíram em 20% a ração referência. Simultaneamente, cinco repetições de seis aves cada foram colocadas em jejum para determinação das perdas endógenas. O segundo ensaio foi conduzido para avaliar duas marcas de farelo de soja, mais a ração referência, com todos os procedimentos idênticos ao primeiro ensaio, sendo a substituição feita com 30% à ração referência. Os valores de EMAn e EMVn (kcal/kg de MS), obtidos para os alimentos de origem animal foram, respectivamente, 2796 ± 46 e 2814 ± 47 para farinha de carne e ossos, 3035 ± 88 e 3133 ± 50 para farinha de peixe, 3461 ± 87 e 3476 ± 76 para farinha de penas e vísceras, e para os alimentos de origem vegetal, respectivamente, 3149 ± 55 e 3180 ± 54 para o farelo de soja 1 e 3231 ± 76 e 3272 ± 30 para o farelo de soja 2. Na variável CMEB, a farinha de carne e ossos apresentou o maior coeficiente ($P < 0,01$), $74,1 \pm 1,4\%$, enquanto que a farinha de penas e vísceras, o menor, $56,24 \pm 2\%$.

Palavras-chave: alimentação animal, avicultura, farelo de soja, farinha de peixe

¹Banca examinadora: Prof. Dr. Édison José Fassani (orientador) – UNIFENAS; Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho – UFLA e Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

ABSTRACT

GOMES, F.A. Determination of values of metabolizable energy of some protein feeds for japanese quails. **In: ____**. **Determination of energy values in feeds utilized for japanese quails**. 2006. p.27-42. Dissertation (Master in Animal Science) – José do Rosário Vellano University, Alfenas, MG¹.

The experiment was conducted to determine the apparent metabolizable energy (AME), true metabolizable energy (TME) and AME and TME corrected to nitrogen balance (AMEn and TMEn), as well as metabolization coefficient of gross energy (MGEC) of five protein feeds for japanese quails. Laying Japanese quails aged 19 weeks were utilized, allotted to a randomized block design. The experiment was made up of two trials with a duration of eight days each, these being five days for adaptation and three days for excreta collection and five days of interval between the trials. In the first trial, meat and bone meal, fish meal and feather and viscera meal plus the reference meal, were utilized, with five replicates of ten birds each, adopting the traditional method of total excreta collection. The feeds tested replaced in 20% the reference diet. Simultaneously, five replicates of six birds each were put in fasting for determination of the endogenous losses. The second trial was conducted to evaluate two brands of soybean meal, plus the reference diet, with all the procedures identical to the first trial, the replacement being done with 30% to the reference diet. The values of AMEn and TMEn (kcal/kg of DM) obtained for the feeds of animal origin were, respectively, $2,796 \pm 46$ and $2,814 \pm 47$ for meat and bone meal, $3,035 \pm 88$ and $3,133 \pm 50$ for fish meal, $3,461 \pm 87$ and $3,476 \pm 76$ for feather and viscera meal and for feeds of plant origin, respectively, $3,149 \pm 55$ and $3,180 \pm 54$ for soybean meal 1 and $3,231 \pm 76$ and $3,272 \pm 30$ for soybean meal 2. In the variable MGEC, meat and bone meal presented the greatest coefficient ($P < 0.01$), $74.1 \pm 1.4\%$, while feather and viscera meal, the lowest $56.24 \pm 2\%$.

Key-words: animal feed, fish meal, poultry farming, soybean meal

¹Examining Board: Prof. Dr. Édison José Fassani (adviser) – UNIFENAS; Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho – UFLA and Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A criação de codornas japonesas no Brasil se destina principalmente à produção de ovos, se firmando nos últimos anos como um importante segmento do cenário avícola industrial. Na formulação de rações para codornas, têm sido utilizados valores energéticos de alimentos determinados com frangos de corte ou galinhas poedeiras, o que na maioria das vezes não permite balancear uma ração que atenda as necessidades reais desta ave.

Em virtude de as codornas possuírem algumas diferenças marcantes, como por exemplo a maior velocidade no tempo de passagem dos alimentos no trato digestório, o uso de valores energéticos determinados com outras espécies de aves pode ocasionar efeitos de sub ou super nutrição, refletindo nos aspectos produtivos e econômicos. Segundo Murakami & Furlan (2002), esta extrapolação entre as espécies é questionável, visto que o aproveitamento energético de determinado alimento está relacionado à velocidade de passagem pelo trato digestório, que, por sua vez, está ligado a outras variáveis, como aspecto físico, umidade e composição do alimento, quantidade ingerida, frequência e tempo de fornecimento, dentre outras variações individuais.

A descrição da energia útil de um alimento para aves, segundo Nascimento et al. (2002), é complexa, pois mesmo tendo destinos diferentes dentro do organismo animal, todo componente orgânico passível de digestão e absorção contribuem com energia.

O conhecimento prévio dos valores químicos e energéticos dos alimentos que irão compor uma ração é de vital importância, pois a densidade energética, além de regular o consumo, interfere diretamente no desempenho das aves (SILVA et al., 2003).

Dentre diversas maneiras de se expressar a energia presente nos alimentos, a energia metabolizável (EM) é a que melhor se adequou às aves (HILL & ANDERSON, 1958), podendo ser expressa, tanto na forma de energia metabolizável aparente (EMA) como energia metabolizável verdadeira (EMV), em função do método utilizado para determinação, sendo o tradicional método de coleta total de excretas o mais comum. Entretanto, independente do método, é comum realizar o ajuste dos valores energéticos para um balanço de nitrogênio igual a zero, visto que o nitrogênio dietético retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos contendo energia, como o ácido úrico (SIBBALD, 1982). 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.

O cuidado no conhecimento acurado do conteúdo químico e energético dos alimentos deve ser redobrado quando se faz uso principalmente de subprodutos de origem animal, haja vista a pouca padronização nestes tipos de alimentos, apresentando valores nutritivos variados devido ao processamento em que são submetidos e ao tipo e proporções de seus constituintes, o que, segundo Albino & Silva (1996), ocorre pela dificuldade dos setores de graxaria dos abatedouros em estabelecer um padrão contínuo nos ingredientes utilizados.

As rações avícolas se baseiam principalmente no milho e no farelo de soja e, nas rações para codornas, o que se verifica na prática é que a proporção de farelo de soja utilizada é superior, devido à maior exigência em proteína apresentada por esta ave, pois, segundo dados apresentados por Lázaro, Serrano & Capdevila (2005), as recomendações em proteína bruta oscilam entre 17 e 24% durante a fase de postura. O farelo de soja apresenta grandes vantagens de uso quando comparado a outras fontes protéicas, porém, apresenta uma grande proporção de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) que alteram a digestibilidade por afetar a viscosidade intestinal (PENZ JÚNIOR. & BRUGALLI, 2001)

Objetivou-se com este trabalho determinar os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV) com suas respectivas correções para o balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn), bem como o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) de cinco alimentos protéicos para codornas japonesas em postura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de coturnicultura da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Alfenas – MG.

Foram utilizadas codornas japonesas, em postura, com 19 semanas de idade, alojadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 32 x 38 x 16 cm, tendo abaixo bandejas metálicas forradas com plásticos para a coleta das excretas.

O experimento foi composto por dois ensaios com duração de oito dias cada, sendo cinco dias para adaptação e três dias para coleta das excretas, e cinco dias de intervalo entre os ensaios. No primeiro ensaio, foram avaliadas a farinha de carne e ossos, farinha de peixe e farinha de penas e vísceras, mais a ração referência, com cinco repetições de dez aves. Os alimentos testados substituíram em 20% a ração referência (Tabela 2), formulada à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações nutricionais para codornas, contidas no NRC (1994). Simultaneamente, cinco repetições de seis aves cada foram colocadas em jejum de 48 horas para determinação das perdas endógenas, sendo coletado todo o material excretado a partir da quarta hora, realizando-se, no final do experimento, a correção das perdas endógenas para os três dias de coleta.

O segundo ensaio foi conduzido para avaliar duas marcas comerciais de farelo de soja, mais a ração referência, com todos os procedimentos idênticos ao primeiro ensaio, sendo a substituição feita com 30% da ração referência. A composição dos alimentos estudados está apresentada na Tabela 3.

As codornas receberam água e rações à vontade e foram submetidas a um programa de luz de 16,5 horas dia (luz natural + luz artificial).

Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, usando-se o óxido férrico como marcador do início e do final do período de coleta, tomando-se o cuidado de registrar as quantidades de alimentos consumidos e excretas produzidas das rações referência e testes.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, pesados e armazenados em freezer (-5°C) até o final do período de coleta. Posteriormente foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas, retirando-se uma amostra de 450 g e colocadas em estufa de ventilação forçada durante 72 horas a 55°C, onde foi efetuada a pré-secagem. Em seguida, foram pesadas, moídas e acondicionadas em potes plásticos para análises posteriores.

Tabela 2 – Composição percentual da ração referência
 Table 2 – Percentage composition of the reference diet

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%
Milho <i>Corn</i>	57,340
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	32,944
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,306
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	5,348
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,431
Sal comum <i>Salt</i>	0,291
Premix mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,100
Premix vitamínico ² <i>Vitaminic premix</i>	0,100
DL – metionina (99%) <i>DL – methionine (99%)</i>	0,140
Composição calculada <i>Calculated composition</i>	
Energia metabolizável, (kcal/kg) <i>Metabolizable energy, (kcal/kg)</i>	2900
Proteína bruta, % <i>Crude protein, %</i>	20
Cálcio, % <i>Calcium, %</i>	2,5
Fósforo, % disponível <i>Available phosphorus, %</i>	0,35
Sódio, % <i>Sodium, %</i>	0,15
Lisina, % <i>Lysine, %</i>	1,00
Metionina, % <i>Methionine, %</i>	0,45
Metionina + Cistina, % <i>Methionine + Cystine, %</i>	0,70

¹ Suplementação por kg de ração (*Supplementation by kg of diet*): 70 ppm Mn; 60 ppm Zn; 50 ppm Fe; 8,5 ppm Cu; 1 ppm I; 0,2 ppm Co.

² Suplementação por kg de ração (*Supplementation by kg of diet*): 7000 UI de Vit. A; 2100 UI de Vit D₃; 50 UI de Vit E; 2,0 mg de Vit K₃; 2,0 mg de Vit B₁; 4,0 mg de Vit B₂; 39,8 mg de Niacina (*Niacin*); 15,6 mg de Ácido pantotênico (*Pantotenic acid*); 3,0 mg de Vit B₆; 0,030 mg de Vit B₁₂; 1,0 mg de Ácido fólico (*Folic acid*); 0,10 mg de Biotina (*Biotin*) e 0,20 mg de Se.

Tabela 3 – Composição química e em energia bruta dos alimentos, na matéria natural¹
 Tabela 3 – *Chemical composition and gross energy of feedstuffs, as fed basis*

Alimento <i>Feedstuffs</i>	MS <i>DM</i> (%)	MM <i>MM</i> (%)	PB <i>CP</i> (%)	EE <i>EE</i> (%)	FB <i>CF</i> (%)	EB ² <i>GE</i> (kcal/kg)
Farinha de carne e ossos <i>Meat and bone meal</i>	93,16	31,89	45,73	14,08	-	3363
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	89,37	20,48	53,19	6,91	-	3998
Farinha de penas e vísceras <i>Viscera and feathers meal</i>	88,87	5,22	63,76	13,63	-	5191
Farelo de soja 1 <i>Soybean meal 1</i>	87,96	5,17	46,73	1,97	4,98	4155
Farelo de soja 2 <i>Soybean meal 2</i>	87,51	4,97	46,87	2,03	5,22	4162

¹ Realizadas no laboratório de Análises de Alimentos da Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS (*Determined in the Analyse of Feedstuffs Laboratory at José do Rosário Vellano University - UNIFENAS*)

² Realizada no laboratório de Pesquisa Animal da Universidade Federal de Lavras – UFLA (*Determined in the Animal Research Laboratory at Federal University of Lavras – UFLA*)

³ MS – matéria seca; MM – matéria mineral; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FB – fibra bruta; EB – energia bruta (*DM – dry matter; MM – mineral matter; CP – crude protein; EE – ether extract; CF – crude fiber; GE – gross energy*)

As rações referências, bem como os cinco alimentos testados, foram encaminhados ao laboratório para análise bromatológica e determinação da energia bruta por calorimetria em bomba calorimétrica adiabática modelo PARR. Nas excretas coletadas foram determinados os teores de matéria seca e de energia bruta, sendo todas as determinações realizadas segundo metodologias descritas por Silva (1990).

Ao final dos ensaios e com base nos resultados laboratoriais, foram determinados nas rações referências e nos alimentos testados os valores de energia metabolizável aparente (EMA), utilizando as equações descritas por Matterson, Potter & Stutz (1965), e realizados ajustes para retenção de nitrogênio para determinação da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn); também foram realizadas algumas adaptações nestas equações para determinação da energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

Foi calculado também o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), obtido pela percentagem da EB convertida em EMA (ARC, 1980). Os valores do coeficiente de metabolização da EB foram submetidos à análise de comparação múltipla pelo teste de Tukey, por meio do Sistema para Análises de Variância – SISVAR, segundo Ferreira (2000).

Os dados foram analisados de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} - observação no tratamento i e bloco j ;

μ - média geral do experimento;

t_i - efeito do tratamento i ;

b_j - efeito do bloco j ;

e_{ij} - resíduo do tratamento i no bloco j .

Para efeitos comparativos, todos os valores energéticos determinados foram apresentados com base na matéria seca.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos cinco alimentos estudados, com base na matéria seca, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida - N (EMAn), coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) e desvios padrão, na matéria seca

Table 4 - Values of apparent metabolizable energy (AME), N - corrected apparent metabolizable energy (AMEn), gross energy metabolization coefficients (MGEC) and standard deviation, on dry matter

Alimento <i>Feedstuffs</i>	EMA (kcal/kg) <i>AME</i>	EMAn (kcal/kg) <i>AMEn</i>	CMEB ¹ (%) <i>MGEC</i>
Farinha de carne e ossos <i>Meat and bone meal</i>	2673 ± 46	2796 ± 46	74,06 ± 1,4 ^a
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	2858 ± 70	3035 ± 88	63,89 ± 1,7 ^b
Farinha de penas e vísceras <i>Viscera and feathers meal</i>	3285 ± 104	3461 ± 87	56,24 ± 2 ^c
Farelo de soja 1 <i>Soybean meal 1</i>	2974 ± 48	3149 ± 55	62,9 ± 1,1 ^b
Farelo de soja 2 <i>Soybean meal 2</i>	3095 ± 81	3231 ± 76	65,1 ± 1,9 ^b
CV (%)			2,61

¹ Médias seguidas por letras distintas na coluna são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,01) (Means followed by different letters in the column are different by Tukey test (P<0,01))

Os valores de EMA em todos os alimentos estudados foram, em média, 5% inferiores aos de EMAn, reflexo da retenção de nitrogênio negativa observada no experimento, comportamento que contradiz Rodrigues et al. (2002), onde pintos em condições de consumo à vontade, a EMA foi maior que a EMAn, considerando-se uma retenção de nitrogênio positiva (maior que zero), ou seja, quando as aves estavam em crescimento, bem como os resultados obtidos por Albino et al. (1992). Por outro lado, estão coerentes com os dados obtidos pelo primeiro autor com galos adultos em fase de manutenção (EMA menor que EMAn), no qual utilizou-se o método de ingestão forçada.

Dentre os alimentos de origem animal estudados, a farinha de penas e vísceras apresentou os maiores valores de EMA e EMAn, porém, com EMAn inferior ao determinado por Rostagno et al. (2005) para aves, de 3566 kcal/kg de MS, sendo esta

variação parcialmente explicada pela composição da farinha utilizada no experimento, que apresentou menores teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo em relação à composição da farinha de penas e vísceras apresentada nas tabelas brasileiras para aves e suínos.

A farinha de carne e ossos apresentou os menores valores de EMA e EMAn dentro do experimento. No entanto, superiores aos determinados por Albino et al. (1992), de 2660 e 2420 kcal/kg de MS, Soares (2004), de 2431 e 2065 kcal/kg de MS, e a EMAn determinada por Nunes et al. (2005), de 2496 kcal/kg de MS, tendo todos estes autores trabalhado com pintos em crescimento.

O valor de EMA obtido para a farinha de peixe com codornas em postura (2858 kcal/kg) foi menor que o obtido por Silva et al. (2003) com codornas mistas em crescimento (3080 kcal/kg de MS); no entanto, este valor obtido pelo autor também encontra-se superior ao de EMAn determinado neste experimento (3080 vs. 3035 kcal/kg de MS, respectivamente), devendo esta variação possivelmente à retenção de nitrogênio positiva observada pelo autor supracitado. Os resultados para EMA e EMAn da farinha de peixe, respectivamente, foram maiores que os apresentados por Murakami & Furlan (2002) com codornas aos 65 dias de idade, de 2662 e 2480 kcal/kg de MS.

Nos alimentos de origem vegetal, os farelos de soja 1 e 2, respectivamente, apresentaram valores de EMAn superiores aos determinados por Furlan et al. (1998) em codornas com 65 dias de idade (3149 vs. 2980 e 3231 vs. 2980 kcal/kg de MS), estando superiores também aos determinados por Silva et al. (2003) com codornas mistas em crescimentos (3149 vs. 2797 e 3231 vs. 2797 kcal/kg de MS).

Comparando os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) obtidos neste experimento com os valores determinados para frangos de corte ou galinhas poedeiras, apresentados em Rostagno et al. (2005), verificou-se uma superioridade de 26,85% para o farelo de soja 2 (3231 vs. 2546 kcal/kg de MS), de 23,63% para o farelo de soja 1 (3149 vs. 2546 kcal/kg de MS), de 6,6% para a farinha de peixe (3035 vs. 2847 kcal/kg de MS) e de 6,27% para a farinha de carne e ossos (2796 vs. 2632 kcal/kg de MS), sendo que somente a farinha de penas e vísceras apresentou um valor 2,94% inferior (3461 vs. 3566 kcal/kg de MS).

Dentre os valores obtidos para coeficientes de metabolização da energia bruta (CMEB), a farinha de carne e ossos apresentou o maior valor (74,06%), enquanto que a farinha de penas e vísceras o menor (56,24%). A farinha de peixe apresentou um CMEB de 63,89%, valor superior ao determinado por Silva et al. (2003). Para os farelos de soja

estudados, obteve-se um valor médio para CMEB de 63,98%, semelhante ao encontrado por Furlan et al. (1998) de 63,29%, e superior ao determinado por Silva et al. (2003) de 50,12%.

Os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) dos cinco alimentos estudados, com base na matéria seca, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida - N (EMVn) e desvios padrão, na matéria seca

Table 5 - Values of true metabolizable energy (TME), N – corrected true metabolizable energy, (TME_n) and standard deviation, on dry matter

Alimento <i>Feedstuffs</i>	EMV (kcal/kg) <i>TME</i>	EMVn (kcal/kg) <i>TME_n</i>
Farinha de carne e ossos <i>Meat and bone meal</i>	2930 ± 48	2814 ± 47
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	3249 ± 60	3133 ± 50
Farinha de penas e vísceras <i>Viscera and feathers meal</i>	3579 ± 71	3476 ± 76
Farelo de soja 1 <i>Soybean meal 1</i>	3227 ± 52	3180 ± 54
Farelo de soja 2 <i>Soybean meal 2</i>	3334 ± 28	3272 ± 30

Os valores de EMV em todos os alimentos estudados foram em média 2,73% superiores aos de EMVn. Segundo Leclercq, Henry & Perez (1999), a EMV é de 5 a 10% superior à EMA, sendo influenciada basicamente pelo consumo, que por sua vez é dependente do método utilizado na determinação dos valores energéticos.

Entre os alimentos de origem animal, a farinha de penas e vísceras também apresentou os maiores valores de EMV e EMVn (3579 e 3476 kcal/kg); no entanto, a EMVn foi inferior à referenciada por Rostagno et al. (2005), de 3804 kcal/kg. A farinha de carne e ossos, por sua vez, apresentou os menores valores de EMV e EMVn dentro do experimento, porém, superiores aos determinados por Soares (2004) com pintos em crescimento, de 2526 e 2129 kcal/kg de MS. A farinha de peixe apresentou valores intermediários de EMV e EMVn (3249 e 3133 kcal/kg, respectivamente), sendo superiores aos obtidos por Albino et al. (1992), de 3110 e 2890 kcal/kg de MS. O mesmo foi observado para os valores médios encontrados para os farelos de soja 1 e 2

(3280 vs. 2750 e 3226 vs. 2540 kcal/kg de MS), determinado pelo método tradicional de coleta total de excretas.

Os farelos de soja estudados apresentaram valores de energia bruta semelhantes, não sendo observado o mesmo em relação aos valores de EMAn e EMVn. Assim, por se tratar de farelos de soja de marcas comerciais distintas, este fato pode ser atribuído a diferenças no diâmetro geométrico médio (DGM) das partículas e a percentagem de casca adicionada a cada marca de farelo de soja, características não avaliadas no presente trabalho.

Comparando-se os valores de EMVn obtidos neste experimento com os referenciados por Rostagno et al. (2005), nota-se também uma superioridade de 16,6% para o farelo de soja 2 (3272 vs. 2806 kcal/kg de MS) e de 13,32% para o farelo de soja 1 (3180 vs. 2806 kcal/kg de MS), sendo observado um valor inferior de 8,62% para a farinha de penas e vísceras (3476 vs. 3804 kcal/kg de MS) e de 5,68% para a farinha de peixe (3133 vs. 3322 kcal/kg de MS). A farinha de carne e ossos (45%) não pôde ser comparada, pois este alimento não apresenta valores de EMVn em Rostagno et al. (2005).

As diferenças observadas anteriormente nas comparações de EMVn feitas com dados de Rostagno et al. (2005), podem ser atribuídas tanto às diferenças fisiológicas sabidamente existentes entre as distintas espécies de aves utilizadas, como também a possíveis diferenças entre as composições bromatológicas dos ingredientes utilizados nas rações para aves, especialmente em se tratando de alimentos alternativos, sendo tais comparações melhor visualizadas em valores expressos na matéria seca. De acordo com Bellaver, Ludke & Lima (2005), toda consideração que se faça a alimentos convencionais, alternativos ou subprodutos, deve-se sempre defender basicamente a melhoria de sua qualidade, considerando-os sempre como ingredientes e não como *commodities*.

Obteve-se, em todos os valores energéticos do experimento, uma nítida superioridade da EMAn em relação à EMA, podendo ser observado o mesmo entre os valores de EMV em relação à EMVn, conforme descrito por Rodrigues et al. (2002) em galos adultos. De maneira similar, a EMVn foi superior à EMAn, evidenciando os efeitos das energias fecal metabólica e urinária endógena sobre os valores de EM.

As variações encontradas nos valores energéticos no experimento, especialmente quando se comparam resultados obtidos entre espécies diferentes de aves ou aves com idades não semelhantes, permite inferir, entre outros fatores, a maior velocidade de

passagem do alimento pelo trato digestório da codorna. No entanto, mesmo sabendo que tal afirmação seja verdadeira, pouco se sabe das relações entre o aproveitamento do alimento e a idade das aves.

Neste sentido, outra questão importante seria o uso de alimentos de origem animal em rações para aves, visto que estes alimentos, na sua grande maioria, apresentam pouca padronização nas suas composições em função do processamento a que são submetidos e ao tipo e proporções de seus constituintes. Segundo Albino & Silva (1996), isso ocorre pela dificuldade dos setores de graxaria dos abatedouros em estabelecer um padrão contínuo nos ingredientes utilizados.

4 CONCLUSÕES

Os valores de EMAn e EMVn (kcal/kg de MS) determinados com codornas japonesas foram: para alimentos de origem animal, respectivamente, 2796 ± 46 e 2814 ± 47 para farinha de carne e ossos, 3035 ± 88 e 3133 ± 50 para farinha de peixe, 3461 ± 87 e 3476 ± 76 para farinha de penas e vísceras, e, para os alimentos de origem vegetal, respectivamente, 3149 ± 55 e 3180 ± 54 para o farelo de soja 1 e 3231 ± 76 e 3272 ± 30 para o farelo de soja 2.

Existem diferenças nos valores energéticos dos alimentos estudados neste experimento quando comparados com os determinados para frangos de corte e galinhas poedeiras, fato que deve ser considerado durante a formulação de rações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutritional requirement of ruminant livestock.** London: CAB international, 1980. 351p.
- ALBINO, L. F. T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.6, p.1047-1058, 1992.
- ALBINO, L. T. F.; SILVA, M. A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.303-318.
- BELLAVER, C.; LUDKE, J.; LIMA, G. J. M. M. Qualidade de ingredientes para rações. In: GLOBAL FEED AND FOOD FORUM, 2005, São Paulo – SP. **Anais...** São Paulo: 2005. p.192-216.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema para análise de variância.** Lavras: UFLA - (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2000.
- FURLAN, A. C. et al. Valor energético de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.6, p.1147-1150, 1998.
- HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, v.64, n.4, p.587-604, 1958.
- LÁZARO, R.; SERRANO, M. P.; CAPDEVILA, J. **Nutrición y alimentación de avicultura complementaria: codornices:** Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2005. p.369-408.
- LECLERCQ, B.; HENRY, Y.; PEREZ, J. M. Valor energético dos alimentos destinados aos animais monogástricos. In: INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. (Ed.) **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves.** 2.ed. São Paulo: Roca, 1999. p.9-15.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens.** Storrs: University of Connecticut - Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7)
- MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.113-120.

- NASCIMENTO, A. H. et al. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinadas por diferentes metodologias para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- NUNES, R. V. et al. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1217-1224, 2005.
- PENZ JÚNIOR., A. M.; BRUGALLI, I. Soja e seus derivados na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.85-108.
- RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabela Brasileira para Aves e Suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005. 186p.
- SIBBALD, I. R. Measurement of bioavailable energy in poultry feedingstuffs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.62, n.4, p.983-1048, 1982.
- SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 2.ed. Viçosa: Imprensa universitária, 1990. 165p.
- SILVA, J. H. V. et al. Energia metabolizável de ingredientes determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1912-1918, 2003.
- SOARES, K. R. **Valores energéticos de ingredientes protéicos para frangos de corte na fase pré-inicial**. 2004. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CAPÍTULO III

DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM ALGUNS ALIMENTOS ENERGÉTICOS PARA CODORNAS JAPONESAS

RESUMO

GOMES, F.A. Determinação dos valores de energia metabolizável em alguns alimentos energéticos para codornas japonesas. In: _____. **Determinação de valores energéticos em alimentos utilizados para codornas japonesas.** 2006. p.44-59. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG¹.

O experimento foi conduzido para determinar a energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV), com suas respectivas correções para o balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn), assim como o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) de sete alimentos para codornas japonesas. Foram utilizadas codornas fêmeas, em postura, com 19 semanas de idade, distribuídas em um delineamento em blocos casualizados. O experimento foi composto por dois ensaios com duração de oito dias cada, sendo cinco dias para adaptação e três dias para a coleta das excretas, e cinco dias de intervalo entre os ensaios. No primeiro ensaio foram avaliados o milho, sorgo e farelo de arroz integral, mais a ração referência, com cinco repetições de dez aves cada, adotando-se o método tradicional de coleta total de excretas. Os alimentos testados substituíram em 40% a ração referência. Simultaneamente, cinco repetições de seis aves cada foram colocadas em jejum para determinação das perdas endógenas. O segundo ensaio foi conduzido para determinar os valores energéticos do óleo de soja refinado, gordura de aves, sebo bovino e gordura de suínos, mais a ração referência, com todos os procedimentos idênticos ao primeiro ensaio, sendo a substituição feita com 10% à ração referência. Os valores de EMAn e EMVn (kcal/kg de MS) obtidos dos alimentos de origem vegetal foram, respectivamente, 3581 ± 81 e 3652 ± 35 para o milho, 3943 ± 128 e 3986 ± 32 para o sorgo e 2563 ± 165 e 2592 ± 150 para o farelo de arroz integral. Para o óleo e gorduras, respectivamente, 8827 ± 112 e 9189 ± 65 para óleo de soja refinado, 8720 ± 33 e 8868 ± 41 para gordura de aves, 7641 ± 147 e 8133 ± 92 para sebo bovino e 8674 ± 110 e 8807 ± 125 para gordura de suínos. Em percentagem, o óleo de soja refinado e a gordura de suínos apresentaram os maiores CMEB ($P < 0,01$), $95,81 \pm 0,6\%$ e $93,33 \pm 0,4\%$ respectivamente. O menor, $61,13 \pm 4,5\%$, foi o do farelo de arroz integral.

Palavras-chave: alimentação animal, avicultura, milho, óleo e gorduras

¹Banca examinadora: Prof. Dr. Édison José Fassani (orientador) – UNIFENAS; Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho – UFLA e Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

ABSTRACT

GOMES, F.A. Determination of the values of metabolizable energy in some energy feeds for japanese quails. **In:_____.** **Determination of energy values in feeds utilized for japanese quails.** 2006. p.44-59. Dissertation (Master in Animal Science) – José do Rosário Vellano University, Alfenas, MG¹.

The experiment was conducted to determine the apparent and true metabolizable energy (AME and TME), with their respective corrections for nitrogen balance (AMEn and TMEn), as well as the metabolization coefficient of gross energy (MGEC) of seven feeds for japanese quails. Laying hen quails aged 19 weeks were utilized, allotted to a completely randomized block design. The experiment consisted of two trials of eight days each: five days for adaptation and three days for excreta collection, and five day intervals between the trials. In the first trial, millet, sorghum and whole rice bran, plus the reference diet were evaluated, with five replicates of ten birds each, adopting the traditional method of total excreta collection. The feeds tested replaced in 40% the reference diet. Simultaneously, five replicates of six birds each were put in fasting for determination of the endogenous losses. The second trial was conducted to determine the energy values of refined soybean oil, bird fat, bovine lard and swine fat, plus the reference diet, with all the procedure identical to the first trial, the replacement being done with 10% to the reference diet. The values of AMEn and TMEn (kcal/kg of DM) obtained from the feeds of plant origin were, respectively, $3,581 \pm 81$ and $3,652 \pm 35$ for millet, $3,943 \pm 128$ and $3,986 \pm 32$ for sorghum and $2,563 \pm 165$ and $2,592 \pm 150$ for whole rice bran. For both oil and fats, respectively, $8,827 \pm 112$ and $9,189 \pm 65$ for refined soybean oil, $8,720 \pm 33$ and $8,868 \pm 41$ for bird fat, $7,641 \pm 147$ and $8,133 \pm 92$ for bovine lard and $8,674 \pm 110$ and $8,807 \pm 125$ for swine fat. In percentage, refined soybean oil and swine fat presented the highest MGEC ($P < 0.01$), $95.81 \pm 0.6\%$ and $93.33 \pm 0.4\%$ respectively, whereas whole rice bran showed the lowest: $61.13 \pm 4.5\%$.

Key-words: animal feeding, millet, oils and fats, poultry farming

¹Examining Board: Prof. Dr. Édison José Fassani (adviser) – UNIFENAS; Prof. Dr. José Cleto da Silva Filho – UFLA and Prof. Dr. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura nacional se destina principalmente à produção de ovos, se firmando nos últimos anos como um importante segmento do cenário avícola industrial. No entanto, no campo da nutrição, a formulação de rações para codornas tem se baseado em valores de energia metabolizável em alimentos determinados com frangos de corte ou galinhas poedeiras, o que na maioria das vezes não permite balancear uma ração que atenda as necessidades reais desta ave.

Em virtude de as codornas possuírem algumas diferenças marcantes, como, por exemplo, a maior velocidade no tempo de passagem dos alimentos no trato digestório, o uso de valores energéticos determinados com outras espécies de aves pode ocasionar efeitos de sub ou super nutrição, refletindo nos aspectos produtivos e econômicos. Segundo Murakami & Furlan (2002), esta extrapolação entre as espécies é questionável, visto que o aproveitamento energético de determinado alimento está relacionado à velocidade de passagem pelo trato digestório, que, por sua vez, está ligado a outras variáveis, como aspecto físico, umidade e composição do alimento, quantidade ingerida, frequência e tempo de fornecimento, dentre outras variações individuais.

A descrição da energia útil de um alimento para aves, segundo Nascimento et al. (2002), é complexo, pois mesmo tendo destinos diferentes dentro do organismo animal, todo componente orgânico passível de digestão e absorção contribuem com energia.

O conhecimento prévio dos valores químicos e energéticos dos alimentos que irão compor uma ração é de vital importância, pois a densidade energética, além de regular o consumo, interfere diretamente no desempenho das aves (SILVA et al., 2003). No entanto, torna-se pouco viável por parte dos fabricantes medirem os valores energéticos de cada lote de alimentos recebidos, restando aos nutricionistas a necessidade de consulta à base de dados específicas, preferencialmente adaptadas às nossas condições.

Dentre diversas maneiras de se expressar a energia presente nos alimentos, a energia metabolizável (EM) é a que melhor se adequa às aves (HILL & ANDERSON, 1958), podendo ser expressa tanto na forma de energia metabolizável aparente (EMA) como energia metabolizável verdadeira (EMV), em função do método utilizado para determinação, sendo o tradicional método de coleta total de excretas o mais usado. Entretanto, independente do método, é comum realizar o ajuste dos valores energéticos para um balanço de nitrogênio igual a zero, visto que o nitrogênio dietético retido no

corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos contendo energia, como o ácido úrico (SIBBALD, 1982). 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.

De acordo com Cancherini (2005), entre diversos alimentos alternativos de origem vegetal usados em rações para aves, destaca-se o farelo de arroz integral por apresentar alguns inconvenientes, como, por exemplo, a perecibilidade e grande possibilidade de peroxidação seguida de desnaturação e rancificação, os elevados teores de fibra bruta e de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) que interferem na digestibilidade dos nutrientes e no aproveitamento da energia, e por último, e mais importante, a quantidade de fósforo complexado pelo ácido fítico (85%), podendo todos estes inconvenientes causarem transtornos aos sistemas de produção, claro que quando não corrigidos tecnicamente.

O objetivo do trabalho foi determinar os valores de energia metabolizável aparente e verdadeira (EMA e EMV) com suas respectivas correções para o balanço de nitrogênio (EMAn e EMVn), bem como o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) de sete alimentos energéticos para codornas japonesas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de coturnicultura da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, Alfenas – MG.

Foram utilizadas codornas japonesas, em postura, com 19 semanas de idade, alojadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 32 x 38 x 16 cm, tendo abaixo bandejas metálicas forradas com plásticos para a coleta das excretas.

O experimento foi composto por dois ensaios com duração de oito dias cada, sendo cinco dias para adaptação e três dias para coleta das excretas, e cinco dias de intervalo entre os ensaios. No primeiro ensaio, foram avaliados o milho, sorgo e farelo de arroz integral, mais a ração referência, com cinco repetições de dez aves. Os alimentos testados substituíram em 40% a ração referência (Tabela 6), formulada à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações nutricionais para codornas, contidas no NRC (1994). Simultaneamente, cinco repetições de seis aves cada foram colocadas em jejum de 48 horas para determinação das perdas endógenas, sendo coletado todo o material excretado a partir da quarta hora, realizando-se, no final do experimento, a correção das perdas endógenas para os três dias de coleta.

O segundo ensaio foi conduzido para avaliar o óleo de soja refinado, gordura de aves, sebo bovino e gordura de suínos, mais a ração referência, com todos os procedimentos idênticos ao primeiro ensaio, sendo a substituição feita com 10% da ração referência. A composição dos alimentos estudados está apresentada na Tabela 7.

As codornas receberam água e rações à vontade e foram submetidas a um programa de luz de 16,5 horas dia (luz natural + luz artificial).

Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, usando-se o óxido férrico como marcador do início e do final do período de coleta, tomando-se o cuidado de registrar as quantidades de alimentos consumidos e excretas produzidas das rações referência e testes.

As excretas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, pesados e armazenados em freezer (-5°C) até o final do período de coleta. Posteriormente foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas, retirando-se uma amostra de 450 g e colocadas em estufa de ventilação forçada durante 72 horas a 55°C, onde foi efetuada a pré-secagem. Em seguida, foram pesadas, moídas e acondicionadas em potes plásticos para análises posteriores.

Tabela 6 – Composição percentual da ração referência
 Table 6 – Percentage composition of the reference diet

Ingrediente <i>Ingredient</i>	%
Milho <i>Corn</i>	57,340
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	32,944
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	1,306
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	5,348
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	2,431
Sal comum <i>Salt</i>	0,291
Premix mineral ¹ <i>Mineral premix</i>	0,100
Premix vitamínico ² <i>Vitaminic premix</i>	0,100
DL – metionina (99%) <i>DL – methionine (99%)</i>	0,140
Composição calculada <i>Calculated composition</i>	
Energia metabolizável, (kcal/kg) <i>Metabolizable energy, (kcal/kg)</i>	2900
Proteína bruta, % <i>Crude protein, %</i>	20
Cálcio, % <i>Calcium, %</i>	2,5
Fósforo, % disponível <i>Available phosphorus, %</i>	0,35
Sódio, % <i>Sodium, %</i>	0,15
Lisina, % <i>Lysine, %</i>	1,00
Metionina, % <i>Methionine, %</i>	0,45
Metionina + Cistina, % <i>Methionine + Cystine, %</i>	0,70

¹ Suplementação por kg de ração (*Supplementation by kg of diet*): 70 ppm Mn; 60 ppm Zn; 50 ppm Fe; 8,5 ppm Cu; 1 ppm I; 0,2 ppm Co.

² Suplementação por kg de ração (*Supplementation by kg of diet*): 7000 UI de Vit. A; 2100 UI de Vit D₃; 50 UI de Vit E; 2,0 mg de Vit K₃; 2,0 mg de Vit B₁; 4,0 mg de Vit B₂; 39,8 mg de Niacina (*Niacin*); 15,6 mg de Ácido pantotênico (*Pantotenic acid*); 3,0 mg de Vit B₆; 0,030 mg de Vit B₁₂; 1,0 mg de Ácido fólico (*Folic acid*); 0,10 mg de Biotina (*Biotin*) e 0,20 mg de Se.

Tabela 7 – Composição química e em energia bruta dos alimentos, na matéria natural¹
 Tabela 7 – *Chemical composition and gross energy of feedstuffs, as fed basis*

Alimento <i>Feedstuffs</i>	MS <i>DM</i> (%)	MM <i>MM</i> (%)	PB <i>CP</i> (%)	EE <i>EE</i> (%)	FB <i>CF</i> (%)	EB ² <i>GE</i> (kcal/kg)
Milheto <i>Millet</i>	88,36	1,22	12,18	3,31	3,65	3909
Sorgo <i>Sorghum</i>	84,97	1,18	10,79	3,24	1,68	3739
Farelo de arroz integral <i>Integral rice bran</i>	89,26	8,69	12,16	12,59	9,41	3585
Óleo de soja refinado <i>Refined soybean oil</i>	99,43	-	-	99,43	-	9000
Gordura de aves <i>Avian fat</i>	99,31	-	-	98,48	-	9188
Sebo bovino <i>Beef tallow</i>	99,17	-	-	99,17	-	9061
Gordura de suínos <i>Swine fat</i>	99,38	-	-	99,38	-	9110

¹ Realizadas no laboratório de Análises de Alimentos da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS (*Determined in the Analyze of Feedstuffs Laboratory at José do Rosário Vellano University – UNIFENAS*)

² Realizada no laboratório de Pesquisa Animal da Universidade Federal de Lavras – UFLA (*Determined in the Animal Research Laboratory at Federal University of Lavras – UFLA*)

³ MS – matéria seca; MM – matéria mineral; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FB – fibra bruta; EB – energia bruta (*DM – dry matter; MM – mineral matter; CP – crude protein; EE – ether extract; CF – crude fiber; GE – gross energy*)

As rações referências, bem como os sete alimentos testados, foram encaminhados ao laboratório para análise bromatológica e determinação da energia bruta por calorimetria em bomba calorimétrica adiabática modelo PARR. Nas excretas coletadas foram determinados os teores de matéria seca e de energia bruta, sendo todas as determinações realizadas segundo metodologias descritas por Silva (1990).

Ao final dos ensaios e com base nos resultados laboratoriais, foram determinados nas rações referências e nos alimentos testados os valores de energia metabolizável aparente (EMA), utilizando as equações descritas por Matterson, Potter & Stutz (1965), e realizados ajustes para retenção de nitrogênio para determinação da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn); também foram realizadas algumas adaptações nestas equações para determinação da energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

Foi calculado também o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), obtido pela percentagem da EB convertida em EMA (ARC, 1980). Os valores do coeficiente de metabolização da EB foram submetidos à análise de comparação múltipla

pelo teste de Tukey, por meio do Sistema para Análises de Variância – SISVAR, segundo Ferreira (2000).

Os dados foram analisados de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} - observação no tratamento i e bloco j ;

μ - média geral do experimento;

t_i - efeito do tratamento i ;

b_j - efeito do bloco j ;

e_{ij} - resíduo do tratamento i no bloco j .

Para efeitos de comparação, os valores energéticos determinados foram apresentados com base na matéria seca.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos sete alimentos estudados, com base na matéria seca, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Valores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida - N (EMAn), coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) e desvios padrão, na matéria seca

Table 8 - Values of apparent metabolizable energy (AME), N - corrected apparent metabolizable energy (AMEn), gross energy metabolization coefficients (MGEC) and standard deviation, on dry matter

Alimento <i>Feedstuffs</i>	EMA (kcal/kg) <i>AME</i>	EMAn (kcal/kg) <i>AMEn</i>	CMEB ¹ (%) <i>MGEC</i>
Milheto <i>Millet</i>	3452 ± 76	3581 ± 81	78,04 ± 1,9 ^d
Sorgo <i>Sorghum</i>	3811 ± 117	3943 ± 128	86,61 ± 3,1 ^{bc}
Farelo de arroz integral <i>Integral rice bran</i>	2455 ± 161	2563 ± 165	61,13 ± 4,5 ^e
Óleo de soja refinado <i>Refined soybean oil</i>	8672 ± 116	8827 ± 112	95,81 ± 0,6 ^a
Gordura de aves <i>Avian fat</i>	8600 ± 38	8720 ± 33	92,96 ± 0,4 ^{ab}
Sebo bovino <i>Beef tallow</i>	7486 ± 150	7641 ± 147	81,93 ± 1,7 ^{cd}
Gordura de suínos <i>Swine fat</i>	8555 ± 109	8674 ± 110	93,33 ± 1,2 ^a
CV (%)			2,81

¹ Médias seguidas por letras distintas na coluna são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,01) (*Means followed by different letters in the column are different by Tukey test (P<0,01)*)

Os valores de EMA em todos os alimentos estudados foram, em média, 2,52% inferiores aos de EMAn, reflexo da retenção de nitrogênio negativa observada no experimento, comportamento que contradiz Rodrigues et al. (2002), onde pintos em condições de consumo à vontade, a EMA foi maior que a EMAn, considerando-se uma retenção de nitrogênio positiva (maior que zero), ou seja, quando as aves estavam em crescimento, bem como com os resultados obtidos por Albino et al. (1992). Por outro lado, estão coerentes com os dados obtidos pelo primeiro autor com galos adultos em fase de manutenção (EMA menor que EMAn).

Dentre os alimentos de origem vegetal estudados, o sorgo apresentou os maiores valores de EMA e EMAn (3811 e 3943 kcal/kg de MS, respectivamente), com EMAn

superior ao determinado por Rostagno et al. (2005) para aves, de 3628 kcal/kg de MS, sendo esta variação parcialmente explicada pela composição do sorgo utilizado no experimento, que apresentou menores teores de fibra bruta e maiores teores de proteína bruta e extrato etéreo em relação ao sorgo utilizado pelo autor supracitado.

O farelo de arroz integral apresentou os menores valores de EMA e EMAN dentro do experimento (2455 e 2563 kcal/kg de MS), inferiores também aos determinados por Furlan et al. (1998) com codornas machos aos 65 dias de idade, de 3458 e 3473 kcal/kg de MS e Albino et al. (1992) de 3330 e 3200 kcal/kg de MS, trabalhando com pintos em crescimento pelo método tradicional de coleta total de excretas. Os valores de EMA e EMAN obtidos para o milho com codornas em postura tiveram um resultado intermediário (3452 e 3581 kcal/kg, respectivamente), porém maiores que os valores médios obtidos por Rodrigues et al. (2001) com galos adultos e pintos em crescimento (3152 e 3487; 3361 e 3297 kcal/kg de MS, respectivamente).

Os valores de EMA e EMAN obtidos para o óleo de soja refinado, sebo bovino, gordura de suínos e gordura de aves foram superiores aos determinados por Nascif et al. (2004) trabalhando com pintos de corte mistos (8672 e 8827 vs. 8394 e 8389; 7486 e 7641 vs. 7333 e 7329; 8555 e 8674 vs. 7624 e 7619; 8600 e 8720 vs. 8587 e 8579 kcal/kg de MS, respectivamente).

Comparando os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAN) obtidos neste experimento com os valores determinados para frangos de corte ou galinhas poedeiras, apresentados em Rostagno et al. (2005), verificou-se uma superioridade de 8,68% para sorgo (3943 vs. 3628 kcal/kg de MS), de 6,87% para a gordura de suínos (8674 vs. 8116 kcal/kg de MS), de 2,61% para o sebo bovino (7641 vs. 7446 kcal/kg de MS), estando semelhantes os resultados encontrados para o milho, para a gordura de aves e o óleo de soja refinado, com uma diferença de apenas 1,32% (3581 vs. 3534 kcal/kg de MS), 0,05% (8720 vs. 8715 kcal/kg de MS) e 0,02% (8827 vs. 8825), respectivamente. Nesta variável, somente o farelo de arroz integral apresentou um valor 9,65% inferior (2563 vs. 2837 kcal/kg de MS).

Dentre os valores obtidos para coeficientes de metabolização da energia bruta (CMEB), o óleo de soja refinado e a gordura de suínos apresentaram os maiores valores (95,81 e 93,32%, respectivamente), seguidos pela gordura de aves (92,96%), sorgo (86,61%), sebo bovino (81,93%) e milho (78,04%), enquanto que o farelo de arroz integral apresentou o menor coeficiente (61,13%), justificado principalmente pelo alto

teor de fibra bruta encontrado, o que é reflexo das variações existentes neste alimento, devido à dificuldade na padronização.

Os valores de energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn) dos sete alimentos estudados, com base na matéria seca, estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Valores de energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida - N (EMVn) e desvios padrão, na matéria seca

Table 9 - Values of true metabolizable energy (TME), N – corrected true metabolizable energy, (TME_n) and standard deviation, on dry matter

Alimento <i>Feedstuffs</i>	EMV (kcal/kg) <i>TME</i>	EMVn (kcal/kg) <i>TME_n</i>
Milheto <i>Millet</i>	3731 ± 40	3652 ± 35
Sorgo <i>Sorghum</i>	4108 ± 38	3986 ± 32
Farelo de arroz integral <i>Integral rice bran</i>	2682 ± 154	2592 ± 150
Óleo de soja refinado <i>Refined soybean oil</i>	9250 ± 64	9189 ± 65
Gordura de aves <i>Avian fat</i>	8921 ± 48	8868 ± 41
Sebo bovino <i>Beef tallow</i>	8202 ± 98	8133 ± 92
Gordura de suínos <i>Swine fat</i>	8860 ± 124	8807 ± 125

Os valores de EMV em todos os alimentos estudados foram em média 1,58% superiores aos de EMVn. Segundo Leclercq, Henry & Perez (1999), a EMV é de 5 a 10% superior a EMA, sendo influenciada basicamente pelo consumo, que, por sua vez, é dependente do método utilizado na determinação dos valores energéticos.

Nos alimentos de origem vegetal, o sorgo apresentou os maiores valores de EMV e EMVn (4108 e 3986 kcal/kg), estando a EMVn um pouco acima da referenciada por Rostagno et al. (2005), de 3957 kcal/kg de MS. O farelo de arroz integral, por sua vez, apresentou os menores valores de EMV e EMVn (2682 e 2592 kcal/kg), sendo também menores que os determinados por Albino et al. (1992) com pintos em crescimento, de 3430 e 3270 kcal/kg de MS. O milheto apresentou valores intermediários de EMV e EMVn, (3731 e 3652 kcal/kg de MS, respectivamente), porém inferiores aos valores médios obtidos por Rodrigues et al. (2001) com galos adultos (3968 e 3761 kcal/kg de MS) e superiores aos determinados com pintos em crescimento (3438 e 3357 kcal/kg de MS).

Realizando uma comparação nos valores de EMVn dos alimentos estudados com aqueles referenciados por Rostagno et al. (2005), observou-se uma diferença inferior, na casa de 26%, para o farelo de arroz integral (2592 vs. 3519 kcal/kg de MS), de 3,55% para a gordura de aves (8868 vs. 9195 kcal/kg de MS) e de 2,37% para o milho (3652 vs. 3741 kcal/kg de MS). Já o óleo de soja refinado e o sebo bovino, embora também tenham apresentado valores inferiores, as diferenças foram pequenas, de 0,5% (9189 vs. 9236 kcal/kg MS) e de 0,39% (8133 vs. 8165 kcal/kg de MS) respectivamente; e o sorgo, embora também tenha apresentado uma ligeira diferença, de 0,73%, foi o único alimento comparado que apresentou-se superior (3986 vs. 3957 kcal/kg de MS). A gordura de suínos não pôde ser comparada, pois este alimento não apresenta valores de EMVn em Rostagno et al. (2005).

As variações observadas anteriormente nas comparações de EMVn feitas com Rostagno et al. (2005), podem ser atribuídas tanto às diferenças fisiológicas, sabidamente existentes entre as distintas espécies de aves utilizadas, como também a possíveis diferenças entre as composições bromatológicas dos ingredientes utilizados nas rações para aves, especialmente em se tratando de alimentos alternativos, sendo tais comparações melhor visualizadas em valores expressos na matéria seca. De acordo com Bellaver, Ludke & Lima (2005), toda consideração que se faça a alimentos convencionais, alternativos ou subprodutos, deve-se sempre defender basicamente a melhoria de sua qualidade, considerando-os sempre como ingredientes e não como *commodities*.

Obteve-se, em todos os valores energéticos do experimento, uma nítida superioridade da EMAn em relação à EMA, podendo ser observado o mesmo entre os valores de EMV em relação à EMVn, conforme descrito por Rodrigues et al. (2002) em galos adultos. De maneira similar, a EMVn foi superior à EMAn, evidenciando os efeitos das energias fecal metabólica e urinária endógena sobre os valores de EM.

As variações encontradas nos valores energéticos no experimento, especialmente quando se comparam resultados obtidos entre espécies diferentes de aves ou aves com idades não semelhantes, permite inferir, entre outros fatores, a maior velocidade de passagem do alimento pelo trato digestório da codorna. No entanto, mesmo sabendo que tal afirmação seja verdadeira, pouco se sabe das relações entre o aproveitamento do alimento e a idade das aves.

Neste sentido, outra questão importante seria quanto ao uso de gorduras de origem animal em rações para aves, pois estes tipos de alimentos apresentam menores

custos em relação aos óleos vegetais, sobressaindo como uma alternativa econômica tanto para a indústria com para os criadores.

4 CONCLUSÕES

Os valores de EMAn e EMVn (kcal/kg de MS) determinados com codornas japonesas foram: para alimentos de origem vegetal, respectivamente, 3581 ± 81 e 3652 ± 35 para o milho, 3943 ± 128 e 3986 ± 32 para o sorgo e 2563 ± 165 e 2592 ± 150 para o farelo de arroz integral. Para o óleo e gorduras, respectivamente, 8827 ± 112 e 9189 ± 65 para óleo de soja refinado, 8720 ± 33 e 8868 ± 41 para gordura de aves, 7641 ± 147 e 8133 ± 92 para sebo bovino e 8674 ± 110 e 8807 ± 125 para gordura de suínos.

Existem diferenças nos valores energéticos dos alimentos estudados neste experimento quando comparados com os determinados para frangos de corte e galinhas poedeiras, fato que deve ser considerado durante a formulação de rações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutritional requirement of ruminant livestock**. London: CAB international, 1980. 351p.
- ALBINO, L. F. T. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.6, p.1047-1058, 1992.
- BELLAVER, C.; LUDKE, J.; LIMA, G. J. M. M. Qualidade de ingredientes para rações. In: GLOBAL FEED AND FOOD FORUM, 2005, São Paulo – SP. **Anais...** São Paulo: 2005. p.192-216.
- CANCHERINI, L. C. **Utilização de subprodutos de arroz, em dietas para frangos de corte, com base nos conceitos de proteína bruta e ideal**. 2005. 68p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR – Sistema para análise de variância**. Lavras: UFLA - (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2000.
- FURLAN, A. C. et al. Valor energético de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.6, p.1147-1150, 1998.
- HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal of Nutrition**, v.64, n.4, p.587-604, 1958.
- LECLERCQ, B.; HENRY, Y.; PEREZ, J. M. Valor energético dos alimentos destinados aos animais monogástricos. In: INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. (Ed.) **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2.ed. São Paulo: Roca, 1999. p.9-15.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. **The metabolizable energy of feeds ingredients for chickens**. Storrs: University of Connecticut - Agricultural Experiment Station, 1965. 11p. (Research Report, 7)
- MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.113-120.
- NASCIF, C. C. C. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.375-385, 2004.
- NASCIMENTO, A. H. et al. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinadas por diferentes metodologias para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1409-1417, 2002.

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

RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.

RODRIGUES, P. B. et al. Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1767-1778, 2001.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabela Brasileira para Aves e Suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

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

SILVA, D. J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 2.ed. Viçosa: Imprensa universitária, 1990. 165p.

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

ANEXOS

Tabela 1A - Resumo da análise de variância para o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos protéicos utilizados em rações para codornas japonesas em postura.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Alimento	4	814,538760	203,634690	72,087	0,0000
Erro	20	56,496840	2,824842		
Total corrigido	24	871,035600			
CV (%):	2,61				
Média Geral:	64,460		Número de observações:		25

Tabela 2A – Energia metabolizável aparente e coeficiente de metabolização da energia bruta dos alimentos protéicos utilizados em rações para codornas japonesas em postura, na matéria natural

Alimentos	EMA ¹ (kcal/kg)	EMAn ¹ (kcal/kg)	CMEB ^{1,2} (%)
Farinha de carne e ossos	2491±46,05	2605±46,02	74,08±1,37 ^a
Farinha de peixe	2555±69,91	2713±88,67	63,93±1,75 ^b
Farinha de penas e vísceras	2920±104,34	3076±87,19	56,25±2,01 ^c
Farelo de soja 1	2616±48,43	2770±55,42	62,95±1,17 ^b
Farelo de soja 2	2709±80,96	2828±76,9	65,09±1,94 ^b
CV (%)			2,61

¹ EMA – Energia metabolizável aparente; EMAn – energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; CMEB – coeficiente de metabolização da energia bruta

² Médias seguidas por letras distintas na coluna são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,01)

Tabela 3A – Energia metabolizável verdadeira dos alimentos protéicos utilizados em rações para codornas japonesas em postura, na matéria natural

Alimento	EMV ¹ (kcal/kg)	EMVn ¹ (kcal/kg)
Farinha de carne e ossos	2730±47,99	2622±47,33
Farinha de peixe	2904±59,6	2800±49,75
Farinha de penas e vísceras	3181±71,22	3090±76,23
Farelo de soja 1	2839±52,43	2798±53,86
Farelo de soja 2	2918±27,52	2864±30

¹ EMV – Energia metabolizável verdadeira; EMVn – energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio

Tabela 4A - Resumo da análise de variância para o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos energéticos utilizados em rações para codornas japonesas em postura.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Alimento	6	4154,707777	692,451296	124,930	0,0000
Erro	28	155,196280	5,542724		
Total corrigido	34	4309,904057			
CV (%):	2,81				
Média Geral:	83,8557143		Número de observações:		35

Tabela 5A – Energia metabolizável aparente e coeficiente de metabolização da energia bruta dos alimentos energéticos utilizados em rações para codornas japonesas em postura, na matéria natural

Alimento	EMA ¹ (kcal/kg)	EMAn ¹ (kcal/kg)	CMEB ^{1,2} (%)
Milheto	3051±76,04	3165±81,45	78,05±1,94 ^d
Sorgo	3239±117,38	3351±127,71	86,64±3,14 ^{bc}
Farelo de arroz integral	2192±161,18	2288±164,98	61,15±4,5 ^e
Óleo de soja refinado	8623±115,99	8777±112,22	95,82±0,64 ^a
Gordura de aves	8541±38,22	8660±33,44	92,95±0,42 ^{ab}
Sebo bovino	7424±149,85	7578±147,06	81,94±1,72 ^{cd}
Gordura de suínos	8502±109,47	8621±110,44	93,33±1,2 ^a
CV (%)			2,81

¹ EMA – Energia metabolizável aparente; EMAn – energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; CMEB – coeficiente de metabolização da energia bruta

² Médias seguidas por letras distintas na coluna são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,01)

Tabela 6A – Energia metabolizável verdadeira dos alimentos energéticos utilizados em rações para codornas japonesas em postura, na matéria natural

Alimento	EMV ¹ (kcal/kg)	EMVn ¹ (kcal/kg)
Milheto	3297±40,25	3227±34,77
Sorgo	3491±37,95	3387±31,75
Farelo de arroz integral	2394±153,7	2314±150,48
Óleo de soja refinado	9198±63,73	9137±65,47
Gordura de aves	8860±47,53	8807±41,25
Sebo bovino	8134±97,98	8066±92,12
Gordura de suínos	8806±124,59	8753±125,17

¹ EMV – Energia metabolizável verdadeira; EMVn – energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio