

REINALDO LOPES MORATA

**VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DE
ALGUNS ALIMENTOS PARA EMA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2004

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

T

M831v
2004

Morata, Reinaldo Lopes, 1977-

Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes de
alguns alimentos para ema / Reinaldo Lopes Morata. –
Viçosa : UFV, 2004.
xvi, 44f. : il. ; 29cm.

Orientador: Théa Mirian Medeiros Machado
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 37-44

1. Ema (Ave) - Nutrição. 2. Ema (Ave) - Alimentação e
rações. 3. Ema (Ave) - Digestibilidade. 4. Rações - Teor
calórico. 5. Animais silvestres. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 20.ed. 636.59085

REINALDO LOPES MORATA

VALORES ENERGÉTICOS E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DE ALGUNS
ALIMENTOS PARA EMA

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

Aprovada: 02 de agosto de 2004.

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Conselheiro)

Prof. Aloísio Soares Ferreira

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto

Dr. Carlos Eduardo do Prado Saad

Prof^a. Théa Mírian Medeiros Machado
(Orientadora)

“Cada um hospeda dentro de si uma águia. Sente-se portador de um projeto infinito. Quer romper os limites apertados de seu arranjo existencial. Há movimentos na política, na educação e no processo de mundialização que pretendem reduzir-nos a simples galinhas, confinadas aos limites do terreiro. Como vamos dar asas à águia, ganhar altura integrar também a galinha e sermos heróis de nossa própria saga?”

(Leonardo Boff – A águia e a galinha, 2003)

“Deus conceda-me:
serenidade para aceitar as coisas que não posso mudar;
coragem para mudar aquelas que posso e
sabedoria para saber diferenciá-las.”

(Autor desconhecido)

DEDICO

Aos meus pais, Reinaldo e Janedir, e ao meu irmão, Luiz Ramon pelo amor que sempre me dedicaram e pelas palavras de incentivo, principalmente nos momentos difíceis pelos quais passei.

Aos meus tios, avós, primos e amigos pelas palavras de apoio e confiança e acima de tudo pela amizade com que sempre me brindaram.

Aos professores Théa e Albino pelo exemplo de profissionalismo, confiança, apoio e amizade que tive o prazer de receber.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa - UFV, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela honrosa oportunidade que foi concedida de alcançar essa capacitação profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, que com a concessão da bolsa de Mestrado possibilitou a concretização desse meu objetivo;

À professora. Théa Mirian Medeiros Machado, a quem penhoro a minha eterna gratidão e admiração pela coragem com que enfrentou o desafio que propus e pelos ensinamentos, sugestões, exemplo de profissionalismo, orientação, confiança e amizade que tive o privilégio de receber;

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino, pelo exemplo de profissional em quem pude me mirar, pelos conselhos, sugestões, confiança, amizade e, principalmente, pela ajuda inestimável para a concretização deste trabalho com que me brindou ao longo desse desafio;

Ao professor Horácio Santiago Rostagno pelos aconselhamentos competentes e ímpares e por mostrar-me que independente do grau de dificuldade os problemas são passíveis de serem superados;

Ao professor Aloísio Soares Ferreira, pelos inestimáveis ensinamentos, sugestões e brilhante participação na banca examinadora, que imprimiram maior qualidade ao trabalho e pela carinhosa amizade e incentivo;

Ao professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto, pelas sugestões e participação na banca examinadora;

Ao Dr. Carlos Eduardo do Prado Saad, referência na área de nutrição de animais silvestres, meu primeiro supervisor de estágio e responsável pelo desenvolvimento do meu interesse pela área de nutrição de animais silvestres; por todo conhecimento compartilhado, pelas sugestões, atenção e amizade sempre demonstradas e, especialmente, pelo desprendimento e brilhantismo da participação na banca examinadora;

Ao Centro de Desenvolvimento Ambiental – CDA, da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração – CBMM, pela doação dos animais, sem os quais não seria possível a concretização desse trabalho;

À Dra. Laura Teodoro, pelos imprescindíveis ensinamentos, apoio, credibilidade no trabalho proposto, amizade e pela honrosa presença na apresentação da tese;

Aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho e Paulo Sávio Lopes pelo apoio e solidariedade na realização desse trabalho;

Aos professores Juarez Donzele, Paulo Cezar, Mário Paulino, George Kling, Fernando Reis, Elias Silva, Beth pelos ensinamentos transmitidos;

Aos funcionários da Fazenda Boa Vista de Cachoeirinha da UFV, Antônio, Bastiãozinho, Divino, Fernando, Milton, Paulinho, Tuti, Tuzico, Vanor, Zé Bira e Zé Maria, pelo apoio, garra, companheirismo, dedicação, amizade e convívio agradável durante o desenvolvimento prático desse trabalho;

Ao funcionário do Laboratório Animal, Joécio, pelas sugestões e prestimosa ajuda na confecção das bolsas coletoras e amizade;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Monteiro, Fernando, Vera e Wellington, pelos ensinamentos e colaboração nas análises laboratoriais e pelo convívio ameno e agradável durante a sua realização;

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Celeste e Adilson, pela presteza, atenção e gentileza que sempre me dispensaram durante todo o Mestrado;

Aos estagiários: Alexandre, Ana Paula, Carlão, Gabriel, Gustavo, João Paulo, Nicola e Sérgio pelas sugestões, apoio e dedicação indispensáveis na montagem e condução do experimento;

Aos amigos: Aldo, Aline, Claudson, Henrique, Karine e Wagner, que com a amizade, o carinho, o convívio e a colaboração, que gentil e carinhosamente me dispensaram, tornaram minha estadia em Viçosa mais agradável, amena e alegre;

Aos amigos Silvano e Lourdes, do Pólo Aquático e da Pelada da Violeira, pela amizade e convívio de que tenho a satisfação de desfrutar;

À amiga, Juliana Santana, pelo apoio, atenção, carinho e gentil amizade;

À Irmã Preta, Patrícia, pelo carinho, apoio e amizade dedicados em todos os momentos do Mestrado;

À Flávia Gomes, que mesmo à distância nunca deixou de me incentivar a lutar e a persistir na superação dos percalços da vida;

À minha mãe Janedir e ao meu pai Reinaldo, pelo exemplo de caráter, garra, força, coragem, determinação e dedicação que me incentivam superar todas as dificuldades impostas pela vida e pelo apoio e amor que sempre me dedicaram;

Ao meu irmão Luiz Ramon, pela amizade, carinho, apoio e incentivo, principalmente nos momentos em que a luta se tornava mais árdua e a confiança no êxito mais frágil;

Aos meus avós, tios e primos, pelo carinho, companheirismo, amor e incentivo;

Ao Pai Celestial por todas as bênçãos que me tem concedido, por ter colocado todas essas pessoas em meu caminho e pelo ânimo, garra e perseverança com que me dotou para que eu pudesse vencer mais esta etapa da minha jornada, rogando-lhe que permaneça ao meu lado nos próximos desafios que terei pela vida e que me ajude a ser útil ao meu País e ao meu próximo;

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concretizar este trabalho.

Minha eterna gratidão.

BIOGRAFIA

REINALDO LOPES MORATA, filho de Reinaldo de Almeida Morata Machado e Janedir Lopes Morata, nascido em Brasília, Distrito Federal, em 27 de dezembro de 1977.

Em 31 de agosto de 2002, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras - UFLA.

Em setembro de 2002, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na Área de Nutrição e Produção de Monogástrico, submetendo-se à defesa de tese em 02 de agosto de 2004.

CONTEÚDO

LISTA DE SIGLAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Classificação zoológica e distribuição geográfica da espécie	4
2.2. Anatomia e fisiologia digestiva e hábito alimentar de ratitas	5
2.3. Nutrição de ratitas	7
2.4. Métodos para determinação da energia metabolizável dos alimentos para aves ..	7
2.4.1. Método de coleta total	8
2.4.2. Método de alimentação precisa	9
2.4.3. Método rápido	9
2.4.4. Equações de predição	10
2.4.5. Método com uso de óxido crômico como indicador	11
2.5. Fatores que podem interferir na determinação dos valores de energia metabolizável	11
2.6. Os alimentos na alimentação das aves	12
2.6.1. Milho (<i>Zea mays</i>)	12
2.6.2. Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>)	13

2.6.3. Farelo de trigo (<i>Triticum spp</i>)	15
2.6.4. Farelo de soja (<i>Glycine max</i>).....	15
2.6.5. Farinha de carne e ossos	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Valores de temperatura média, máxima e mínima e de umidade relativa do ar...	23
4.2 Composição química e de energia bruta dos alimentos	24
4.2.1. Milho (<i>Zea mays</i>)	25
4.2.2. Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>).....	25
4.2.3. Farelo de trigo (<i>Triticum spp</i>)	26
4.2.4. Farelo de soja (<i>Glycine max</i>).....	27
4.2.5. Farinha de carne e ossos	27
4.3. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica	28
4.4. Valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida e coeficiente de metabolização da energia bruta e energia bruta corrigida	30
5. CONCLUSÕES	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

LISTA DE SIGLAS

BN	Balanço de Nitrogênio
CDA	Coeficiente de Digestibilidade Aparente
CMAEB	Coeficiente de Metabolização Aparente da Energia Bruta
CMA _n EB	Coeficiente de Metabolização Aparente Corrigida da Energia Bruta
EB	Energia Bruta
EE	Extrato Etéreo
EF _m	Energia Fecal Metabólica
EM	Energia Metabolizável
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EM _n	Energia Metabolizável Aparente Corrigida
EMV	Energia Metabolizável Verdadeira
EMV _n	Energia Metabolizável Verdadeira Corrigida
EP	Energia Produtiva
EU _e	Energia Urinária Endógena
FB	Fibra Bruta
FDA	Fibra Detergente Ácido
FDN	Fibra Detergente Neutro
MO	Matéria Orgânica
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
PB	Proteína Bruta

LISTA DE TABELAS

	Página
1 - Composição centesimal (matéria natural) e nutricional (matéria seca) em valores calculados da ração referência	6
2 - Composição centesimal (matéria natural) e nutricional (matéria seca) em valores calculados da ração referência, em porcentagem da matéria natural e da matéria seca	18
3 - Valores de temperatura média, máxima e mínima e de umidade relativa do ar, durante os períodos experimentais	23
4 - Composição química e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural	24
5 - Valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da matéria orgânica (CDAMO) dos alimentos energéticos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador	29
6 - Valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da matéria orgânica (CDAMO) dos alimentos protéicos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador	30
7 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), dos alimentos energéticos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador	31

8 -	Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), dos alimentos protéicos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador	32
9 -	Valores dos coeficientes de metabolização aparente (CMEB) e aparente corrigida (CMEBn), dos alimentos energéticos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador	33
10 -	Valores dos coeficientes de metabolização aparente (CMEB) e aparente corrigida (CMEBn), dos alimentos protéicos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador	35

RESUMO

MORATA, Reinaldo Lopes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2004.
**Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes de alguns alimentos para
ema.** Orientador: Théa Mirian Medeiros Machado: Conselheiros: Luiz Fernando
Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno.

Visando-se determinar e comparar os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, assim como os coeficientes de metabolização da energia bruta e de digestibilidade aparente da matéria seca e orgânica obtidas pelo método de coleta total de excretas e pelo método com uso de óxido crômico como indicador de três alimentos energéticos e dois protéicos foram utilizadas trinta e seis emas em fase de crescimento, sendo dezoito machos e dezoito fêmeas, com média de idade de sete meses e peso corporal médio de 4,263 (macho) e 4,724 kg (fêmeas), em delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos (sendo cinco dietas experimentais e uma dieta referência), com nove repetições (no tempo) e duas emas (um macho e uma fêmea) por unidade experimental. Para a coleta das excretas foram utilizadas bolsas coletoras de plástico em três tamanhos, conforme o porte dos animais. Os alimentos energéticos substituíram em 40% e os protéicos em 30% a ração referência. Os valores de CDAMS e CDAMO determinados pelo método de coleta total são: 70,89 e 73,89 para o milho; 79,89 e 81,55 para o sorgo; 60,22 e 61,89 para o farelo de trigo; 69,78 e 70,11 para o farelo de soja e 39,00 e 68,33% para a farinha de carne e ossos. Os CDAMS e CDAMO encontrados pelo método de uso com indicador são: 62,00 e 66,33 para o milho; 64,11 e 68,44 para o sorgo; 39,78 e 43,67 para o farelo de

trigo; 62,56 e 63,22 para o farelo de soja e 48,78 e 76,67% para a farinha de carne e ossos. Os valores de EMA e EMAn obtidas pelo método de coleta total são: 3.279 e 3.271 para o milho; 3.148 e 3.357 para o sorgo; 2.671 e 2.562 para o farelo de trigo; 3.484 e 3.218 para o farelo de soja e 3.043 e 2.779 Kcal/kg MN para a farinha de carne e ossos. A EMA e EMAn determinadas pelo método de uso com indicador são: 2.920 e 2.912 para o milho; 2.831 e 2.770 para o sorgo; 1.853 e 1.744 para o farelo de trigo; 2.924 e 2.944 para o farelo de soja e 3.097 e 3.149 Kcal/kg de MN para a farinha de carne e ossos. Os CMEB e CMEBn obtidos pelo método de coleta total são de 82,40 e 82,20 para o milho; 85,83 e 84,30 para o sorgo; 70,10 e 67,24 para o farelo de trigo; 82,33 e 76,11 para o farelo de soja e 96,56 e 88,11% para a farinha de carne e ossos. Os CMEB e CMEBn determinados pelo método de uso com indicador são: 73,38 e 73,18 para o milho; 71,09 e 69,56 para o sorgo; 48,63 e 45,77 para o farelo de trigo; 69,11 e 69,77 para o farelo de soja e 98,33 e 100,00% para a farinha de carne e ossos. Os valores de dos CDAMS, CDAMO, EMA, EMAn, CMEB e CMEBn dos alimentos, determinados por meio do método de coleta total de excretas, foram geralmente, maiores que aqueles determinados pelo método com o uso do óxido crômico como indicador. A metodologia de uso de indicador mostrou-se inadequada para determinar os CDAMS, CDAMO, EMA, EMAn, CMEB e CMEBn dos alimentos, necessitando de novos estudos. Com os resultados obtidos fica evidente que a metabolização da energia e a digestibilidade dos nutrientes são diferentes quando comparados entre espécies e varia conforme o alimento utilizado, principalmente quando os alimentos apresentam altos teores de FDN e FDA, como o farelo de trigo e o farelo de soja. Evidencia-se, assim, que o uso de valores de EMAn normalmente utilizados para formulação de dietas para frangos subestima a utilização desta energia pelas emas.

ABSTRACT

MORATA, Reinaldo Lopes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, August of 2004.
Energy values and digestibility of nutrients of some feedstuffs for greater Rhea. Advisor: Théa Mirian Medeiros Machado. Committee Members: Luiz Fernando Teixeira Albino and Horácio Santiago Rostagno.

Being sought to determine and to compare the values of apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy N corrected (AMEn), as well as the coefficients of metabolized of the gross energy (MCGE) and of apparent digestibility (ADC) of dry matter (DM) and of organic matter (OM) obtained by the method of total excreta collection and for the method with use of chromic oxide as indicator of three energy feedstuffs and two protein. Thirty six greater Rhea were used in growth phase, being eighteen males and eighteen females, with average of age of seven months and medium corporal weight of 4.263 (male) and 4.724 kg (females), in complete randomized design, with six treatments (being five experimental diets and a diet reference), with nine repetitions (at the time) and two greater Rhea (a male and a female) for experimental unit. For the collection of the excreta collection bags of plastic they were used in three sizes, according to the load of the animals. The energy feedstuffs substituted in 40% and the protein in 30% of the reference diet. The values of apparent digestibility coefficient of dry matter (ADCDM) and apparent digestibility coefficient of dry matter (ADCOM) determined by the method of total collection are: 70.89 and 73.89 for corn; 79.89 and 81.55 for sorghum; 60.22 and 61.89 for wheat meal; 69.78 and 70.11 for soybean meal and 39.00 and 68.33% for meat flour and

bones. ADCDM and ADCOM found by the use method with indicator are: 62.00 and 66.33 for corn; 64.11 and 68.44 for sorghum; 39.78 and 43.67 for wheat meal; 62.56 and 63.22 for soybean meal and 48.78 and 76.67% for meat flour and bones. The values of apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy N corrected (AMEn) obtained by the method of total collection are: 3,279 and 3,271 for corn; 3,418 and 3,357 for sorghum; 2,671 and 2,562 for wheat meal; 3,484 and 3,218 for soybean meal and 3,043 and 2,779 Kcal/kg NM for meat flour and bones. AME and AMEn determined by the use method with indicator are: 2,920 and 2,912 for corn; 2,831 and 2,770 for sorghum; 1,853 and 1,744 for wheat meal; 2,924 and 2,944 for soybean meal and 3,097 and 3,149 Kcal/kg NM of meat flour and bones. Coefficients of metabolized of the gross energy (MCGE) and coefficients of metabolized of the gross energy N corrected (MCGEn) obtained by the method of total collection are: 82.40 and 82.20 for corn; 85.83 and 84.30 for sorghum; 70.10 and 67.24 for wheat meal; 82.33 and 76.11 for soybean meal and 96.56 and 88.11% for meat flour and bones. MCGE and MCGEn determined by the use method with indicator are: 73.38 and 73.18 for corn; 71.09 and 69.56 for sorghum; 48.63 and 45.77 for wheat meal; 69.11 and 69.77 for soybean meal and 98.33 and 100.00% for meat flour and bones. The values of ADCDM, ADCOM, AME, AMEn, MCGE and MCGEn of the feedstuffs, determined by means of the method of total excreta collection were generally larger than those determined by the method with use of chromic oxide as indicator. The methodology of indicator use was shown inadequate to determine ADCDM, ADCOM, AME, AMEn, MCGE and MCGEn of the feedstuffs, needing new studies. With the obtained results it is evident that the metabolized energy and the digestibility of the nutrients are different when compared among species and it varies according to the used food, mainly when the feedstuffs present high texts of NDF and ADF, as the wheat meal and the soybean meal. It shows, like this, that the use of values of AMEn usually used for formulation of diets for Poultry it underestimates the use of this energy for the greater Rhea.

1. INTRODUÇÃO

A biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza e fonte de imenso potencial de uso econômico. O Brasil possui aproximadamente 20% da diversidade biológica mundial e é o país com a maior ocorrência de endemismos. A biodiversidade é base para as atividades agrícolas, pecuárias, piscícolas, florestais e para a estratégica indústria da biotecnologia.

Apesar da riqueza de espécies da fauna silvestre nativa, o Brasil sempre subutilizou essa diversidade biológica, embora venha destacando-se nas últimas décadas, como um dos principais exportadores de alimentos. A maior parte dos sistemas produtivos do agronegócio do país está baseada em espécies exóticas.

Nossa agricultura está baseada na cultura da cana-de-açúcar proveniente da Nova Guiné, do café da Etiópia, do arroz das Filipinas, da soja e da laranja da China, do milho do México, do sorgo da África Oriental, no trigo provavelmente da Ásia, entre outras culturas. A silvicultura nacional depende de eucaliptos da Austrália e de pinheiros da América Central. A piscicultura depende de carpas chinesas e de tilápias da África Oriental. Na apicultura predomina espécies de abelhas provenientes da Europa e da África Tropical, e ainda, utiliza espécies de forrageiras predominantemente originárias da África como base para a alimentação do rebanho nacional. Observa-se, portanto, que durante anos não existiu no Brasil políticas de incentivo à exploração racional de seus recursos naturais na produção.

Ante as políticas e instrumentos de conservação da biodiversidade governamentais adotadas surgiu a exploração racional e sustentável de espécies de

animais silvestres com potencial zootécnico; dentre as quais destacaram-se a criação de: capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), cateto (*Tayassu tajacu*), queixada (*Tayassu pecari*), paca (*Agouti paca*), jacaré-do-papo-amarelo (*Cayman latirostris*) e ema (*Rhea americana*).

De acordo com dados disponibilizados pelo IBAMA, observa-se significativo aumento no número de registros de criadouros comerciais de ema junto ao órgão, ano após ano, desde a promulgação das portarias 117 e 118 em 1997. Esse aumento pode ser explicado pela perspectiva de boa rentabilidade, devido ao potencial zootécnico e rusticidade da espécie assim como o valor comercial de sua carne, couro, pena, gordura e ovos, constituindo-se em uma alternativa de diversificação e/ou integração dos sistemas produtivos dentro da propriedade, respeitando-se os conceitos de produção economicamente viável, ecologicamente sustentável e socialmente justo (geração de empregos).

Para obter sucesso na criação de emas é importante que o criador conte com respaldo técnico-científico nas áreas de nutrição, reprodução, genética, sanidade, ambiência, etologia e manejo, denominados aqui de fatores produtivos, os quais fornecem subsídios para melhorar os desempenhos reprodutivos e produtivos dos sistemas de criação.

A nutrição é uma ferramenta de extrema importância para a minimização dos custos e para maximização dos índices zootécnicos. É importante ressaltar que o sucesso na produção animal é determinado pela interação dos fatores produtivos. Para conhecer as necessidades nutricionais dos animais é importante saber seus hábitos alimentares, morfologia do trato gastrointestinal, aspectos fisiológicos, comportamentais, qualidade dos alimentos e, ainda, valores de digestibilidade dos nutrientes.

A formulação de dietas para emas baseia-se em conhecimentos empíricos e informações de pesquisas relacionadas com outras espécies. O seu desconhecimento pode ocasionar sub ou supernutrição dos animais, influenciando negativamente na eficiência produtiva e rentabilidade do sistema.

De acordo com o NRC (1994), a energia é o componente fundamental na elaboração de rações avícolas e não é um nutriente, mas sim o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo. Então, a energia liberada como calor é armazenada para posterior uso pelos processos metabólicos nos animais. Visto que muitos

nutricionistas relatam que os animais ingerem alimentos a fim de suprir suas necessidades energéticas, deve-se, portanto, manter a relação entre a energia disponível e os nutrientes que compõem a ração, para se obter maior eficiência no desempenho das aves.

Outra preocupação dos nutricionistas é de formular dietas para que as aves obtenham máximo desempenho de forma econômica. Dessa forma, o conhecimento da composição química dos alimentos, do seu conteúdo energético e da digestibilidade de cada nutriente, é de extrema importância para a formulação de dietas. Essa importância é ainda maior quando se utiliza produtos de origem animal, vez que apresentam valores variados devido ao processamento a que são submetidos, ao tipo e à proporção dos constituintes das farinhas. Segundo Albino & Silva (1996), isso ocorre pela dificuldade das seções de graxarias de abatedouros em adotar um padrão contínuo no material produzido.

Devido à escassez de informações sobre valores energéticos e de digestibilidade dos nutrientes contidos nos alimentos utilizados nas formulações de dietas para emas em crescimento, este trabalho objetivou determinar e comparar os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, assim como os coeficientes de metabolização da energia bruta e de digestibilidade aparente da matéria seca e orgânica obtidas pelo método de coleta total de excretas e pelo método com uso de óxido crômico como indicador, simultaneamente, de três alimentos energéticos e dois protéicos comumente utilizados na indústria de ração animal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Classificação zoológica e distribuição geográfica da espécie

A ema, maior ave do continente americano, pertence à Classe Aves (apresentam penas), Subclasse Neornithes (todas as formas atuais), Superordem Paleognathas (aves corredoras incapazes de voar), Grupo Ratitas (músculo das asas atrofiados), Ordem Rheiformes, Família Rheidae e Gênero Rhea (Brisson, 1760, *apud* Sick, 1985). Possui características anatômicas e fisiológicas que a diferenciam das aves carinadas, dentre as quais: a ausência de quilha no osso esterno (músculo peitoral ausente), a falta da glândula uropigiana e a separação de fezes e urina na cloaca (Sick, 1985).

Existem três subespécies ou “raças geográficas” de emas, sendo elas: *Rhea americana americana* Linnaeus, 1758; *Rhea americana intermedia* Rothschild & Chubb, 1914 e *Rhea americana albesnens* Arribalzaga & Holmberg, 1878, que geograficamente podem se sobrepor e acasalar, o que ocasiona alteração no seu fenótipo. De acordo com Giannoni (1997), essas “raças geográficas” diferenciam-se principalmente pelo tamanho e peso (25 kg até 55 kg) das aves. Segundo Gunski (1992), essas subespécies possuem número diplóide de $2n = 80$ cromossomos, podendo cruzar entre si e gerar descendentes férteis, com isso, atualmente, a classificação e a caracterização dessas “raças geográficas” fica difícil devido à sobreposição das zonas geográficas.

A ema é endêmica da América do Sul e mais especificamente, do Brasil, da Argentina, do Paraguai, do Uruguai e do sul da Bolívia (Giannoni, 1996). Segundo

Giannoni (1997), as subespécies ou “raças geográficas” possuem as seguintes ocorrências: a *Rhea americana americana* é nativa das regiões brasileiras do Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e norte do Paraná; já a *Rhea americana intermédia* é encontrada nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, e sul do Paraná, Argentina, Uruguai e Paraguai; e a *Rhea americana albascens* no sul da Bolívia, Paraguai, Argentina e sudeste do Mato Grosso do Sul. Porém, Dani (1993), indicava que, no Brasil, era possível encontrar emas em algumas regiões dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás.

2.2. Anatomia e fisiologia digestiva e hábito alimentar de ratitas

Dentre as ratitas, a ema, o avestruz e o emu são as aves mais pesquisadas. Os resultados dos estudos mostraram que os órgãos que compõem o seu aparelho digestivo incluem o bico, glândulas salivares, língua, esôfago, proventrículo, ventrículo, intestino delgado, intestino grosso, ceco, colon, reto e cloaca (Sanchez, 1996).

De acordo com Fowler (1991), o esôfago está situado à direita do pescoço, sendo que sua parte cranial é dilatada, para o acúmulo de alimento (Silva, 2001). O esôfago desemboca diretamente no estômago glandular.

O proventrículo, estrutura pequena, dilatada e de paredes delgadas, situa-se cranialmente ao ventrículo e é responsável pela secreção de suco gástrico.

O ventrículo ou moela é o estômago mecânico das emas, órgão por onde, posteriormente, passa o alimento e no qual a ingesta é triturada pela ação mecânica das paredes da sua desenvolvida musculatura e pelo auxílio de pequenas pedras ingeridas pelos animais, que são selecionadas por eles de forma natural ou lhes são oferecidas junto com o alimento (Silva, 2001).

Após o processo de moagem a ingesta passa pelo esfíncter, que possui a função de reter os alimentos ainda grosseiros, para o intestino delgado, onde é efetuada a maior parte da digestão e a absorção de nutrientes (Silva, 2001). O intestino delgado encontra-se localizado à direita em todas as espécies de ratitas e ocupa a maior parte caudal de seus abdomens, sendo que a primeira parte do intestino delgado forma uma curva caudal envolvendo o pâncreas, retornando à região do estômago e continuando caudalmente (Sanchez, 1996). Segundo Fowler (1991), no avestruz e na ema, o íleo é facilmente

localizável na cavidade mesentérica, entre os cecos e o intestino grosso, na junção íleo-ceco-retal.

De acordo com dados compilados por Angel (1996), as diferenças observadas entre o tamanho e a proporção do intestino delgado, ceco e cólon das ratitas e dos frangos (Tabela1) evidencia o potencial das emas e dos avestruzes em aproveitar a energia dos alimentos com altos teores de fibra, pelas particularidades morfológicas dos intestinos das ratitas.

Tabela 1 - Comprimento relativo do intestino delgado, ceco e cólon de avestruz, ema, emu e frango.^{a, b}

Espécie	Intestino delgado		Ceco		Cólon	
	cm	%	cm	%	cm	%
Avestruz	512	36,4	94	6,7	800	56,9
Ema	140	61,4	48	21,1	40	17,5
Emu	351	90,9	7	1,8	28	7,3
Frango	61	89,7	5	7,4	2	2,9

^a Dados compilados por Angel (1996), a partir de Fowler (1991) para avestruz e ema, Cho et al (1984) para emu e Calhoun (1954) para frango.

^b Idade dos animais: avestruz, ema e frango adultos e emu com 100 dias de idade.

Dentre todas as ratitas a ema apresenta a maior proporção de ceco e o avestruz a maior proporção de intestino grosso, já o emu possui ambas as vísceras bem curtas.

Os cecos são pares e seu comprimento longitudinal varia consideravelmente nas ratitas (Jensen et al. 1992). Anatomicamente são alargados, bem desenvolvidos e saculados, com dobras em espiral (McLelland, 1989).

A cloaca é visível à distância como uma mancha escura e nos machos, abriga um grande pênis que é exteriorizado com certa frequência (Sick, 1985). A excreção de fezes e urina é separada, ou seja, ocorre em tempos distintos.

Segundo Muirhead (1995), as ratitas apresentam diferenças específicas nos processos de digestão, destacando-se a habilidade dessas aves em utilizar a fibra.

A ema é considerada onívora alimentando-se de grandes quantidades de vegetais, insetos e pequenos vertebrados e realiza coprofagia. Em análises de conteúdos estomacais realizadas em quatro exemplares de vida livre foram encontrados insetos hemípteros, folhas, galhos pequenos de vegetação herbácea, grandes sementes (4 cm de comprimento), sementes pequenas (1 cm de comprimento), restos vegetais de plantas de brejo, frutos de palmeira e de macaúba e raízes de gramíneas (Reinhardt, 1870).

2.3. Nutrição de ratitas

Swart et al. (1993), trabalhando com aspectos relacionados à digestão de avestruzes, determinaram que o valor da taxa de passagem total no trato gastrointestinal de animais, com peso entre 5 a 50 kg, foi de 40,1 horas. Os autores também determinaram os coeficientes de digestibilidade para fibra detergente neutro (FDN), hemicelulose e celulose, sendo que chegaram à percentagem de 47, 66 e 38%, respectivamente. Observaram, ainda, que o aumento da concentração de fibra bruta na dieta desses animais tende a diminuir a eficiência da utilização da energia metabolizável (EM) e sugeriram o desenvolvimento de pesquisas visando quantificar a influência da fibra bruta na utilização da EM, por meio de diferentes concentrações na dieta.

Sabe-se que a digestibilidade é influenciada pela natureza dos alimentos e seus efeitos associativos, pela taxa de passagem, pelo consumo, pela idade dos animais e pela temperatura ambiente.

No Brasil, são utilizadas várias formas de alimentação, níveis nutricionais e dados sobre nutrição de aves domésticas, de avestruz e de emu, na formulação de dietas para emas, ocasionando erros na predição do desempenho dos animais, além de elevar os custos da produção de acordo com a alimentação escolhida.

2.4. Métodos para determinação da energia metabolizável dos alimentos para aves

Para se determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) dos alimentos para aves, têm destaque os métodos: direto de coleta total de excretas (Sibbald & Singer, 1963), de alimentação precisa (Sibbald, 1976), rápido (Farrel, 1978) e indireto, que utiliza equações de predição (Rostagno et al., 1996; NRC, 1994).

Desses, o método de coleta total de excretas que utiliza pintos, a partir de 10 dias de idade, é o mais utilizado, porém corrigindo-se a energia disponível dos alimentos pelo balanço de nitrogênio, formando a energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn) (Albino, 1995; Brum & Viola, 1997).

De acordo com NRC (1994), aproximadamente 80% do N da urina das aves encontra-se na forma de ácido úrico. Com a completa oxidação do ácido úrico, Hill & Anderson (1958), propuseram que fosse efetuada a correção de 8,22 Kcal/g do

nitrogênio retido, vez que constataram que se o nitrogênio não fosse retido ele seria excretado como ácido úrico.

Uma grande parte dos compostos nitrogenados consumidos como alimento são catabolizados e excretadas como ácido úrico nas aves adultas, já nas aves em fase de crescimento, ou seja, jovens, são retidos como tecido, portanto, os valores de EMA e de EMAn, mudam conforme a idade das aves que utilizam (Sibbald, 1981).

Para que seja obtida a padronização dos valores de EM de um mesmo alimento para aves com diferentes taxas de retenção de nitrogênio, ou seja, animais em crescimento ou animais adultos, recomenda-se que seja efetuada correções pela retenção de nitrogênio para gerar valores de EMAn, dando, assim, valores similares de energia para os alimentos (Potter, 1972, apud Penz Júnior, 1999).

2.4.1. Método de coleta total

O uso de uma ração referência aliada ao alimento teste, tanto em pintos quanto em galos adultos, caracteriza o Método de Coleta Total que visa quantificar a diferença existente entre a energia bruta ingerida e a energia bruta excretada pelas aves. Utilizando-se um período de adaptação das aves às rações, seguido de coleta das suas excretas por um período de cinco dias, quando se mensura o consumo de todo alimento e se coleta toda a excreta produzida.

Algumas críticas têm sido feitas a esse método. Segundo Sibbald (1975), em virtude de os valores de EMA serem altamente influenciados pelo consumo de alimentos, pode ocorrer que esses valores sejam subestimados em alimentos que tendam a causar depressão no consumo.

Sibbald (1982) e Wolynetz & Sibbald (1984) julgam errônea a suposição de que toda energia perdida na excreta advém diretamente do alimento. A EMA das fezes das aves é formada pelas energias dos resíduos do alimento não digerido e da oriunda da bile, das descamações das células da parede intestinal e dos sucos digestivos, ou seja, energia metabólica. A EMA da urina das aves contém energia dos subprodutos nitrogenados dos tecidos que estão em renovação, energia endógena, e dos subprodutos nitrogenados da utilização de nutrientes, energia metabólica, e, também, do alimento que não foi utilizado.

Sibbald (1975) considera que método de coleta total é trabalhoso, lento, demanda maior quantidade de material-teste e, conseqüentemente acarreta maior custo.

2.4.2. Método de alimentação precisa

Desenvolvendo nova metodologia Sibbald (1976), deixou um número determinado de galos em jejum por 36 horas, após dividiu-os em dois grupos. O grupo 1, após esse período, foi submetido à ingestão de uma quantia certa (30g) de alimento-teste, introduzindo um funil-sonda, via esôfago, diretamente no papo, procedendo, posteriormente, duas vezes ao dia, por um período de 48 horas, a coleta das excretas. O grupo 2 permaneceu em jejum por mais 48 horas, sendo as excretas colhidas na mesma forma da do grupo 1 para quantificar as energias fecal metabólica e urinária endógena. Posteriormente, corrigiu os valores de EMA pelas perdas endógenas e metabólicas, obtendo, dessa forma, valores de energia metabolizável verdadeira (EMV). Esse novo método utiliza pouco material-teste, fornece dados de EMV altamente reproduzíveis e valores que independem das variações no consumo, além de ser considerado rápido.

Este método de Sibbald sofre críticas por: considerar constantes os valores das energias endógena e metabólica independente da qualidade ou da quantidade do alimento consumido pelos animais; descartar o possível sinergismo e/ou antagonismo existentes entre os ingredientes da ração ingerida e a utilização de energia; por submeter as aves a um período de jejum, antes da ingestão do alimento-teste, por não ser esse o estado normal delas; e por todos os padrões nutricionais dessa dieta encontrar-se estribados em EMAn, vez que os valores de energia metabolizável verdadeira corrigida pela retenção de nitrogênio (EMVn) de todos os alimentos ainda não são conhecidos (NRC, 1994).

2.4.3. Método rápido

Um outro método, proposto por Farrel (1978), é embasado no alojamento de galos adultos em gaiolas individuais, submetendo-os a um controle rigoroso do consumo e da coleta total de excretas e treinando-os, por 14 dias, a consumirem de 80 a 100g de ração em uma hora.

Esse Método, porém, não é considerado mais rápido do que o de Sibbald pelo tempo gasto com a preparação das rações referência e experimental e com o treinamento dos animais.

2.4.4. Equações de predição

As Equações de predição por utilizar equações de regressão lineares múltiplas, que são analisadas por intermédio do método de eliminação indireta (Backward), e por as fundamentarem-se em parâmetros químicos e físicos é uma alternativa econômica para estimar os valores de EM. Demonstram, ainda, serem mais vantajosas do que os métodos diretos, por não dependerem da metodologia utilizada por eles, que, em geral, não são executadas pelas indústrias de rações e, tampouco, carecem do uso da bomba calorimétrica, que encarece o custo das análises dos alimentos.

Rostagno (1990) considera que a utilização desse Método aumenta a precisão no processo de formulação das rações, desde que os valores energéticos possam ser corrigidos de acordo com as variações da composição química dos alimentos, porém o critica por atribuir a mesma digestibilidade para as proteínas da soja ou da farinha de carne, ou seja, considerar que todos os nutrientes são igualmente digestíveis.

As equações que contém entre duas e quatro variáveis são mais fáceis de serem utilizadas e economizam custos e tempo por exigirem menor quantidade de análises. As variáveis proteína bruta (PB) e FDN das equações de predição eram as que melhor estimavam os valores de EMA e EMAn em grãos e subprodutos do trigo (Nunes et al., 2001).

Rodrigues et al. (2002), constataram que, para a soja e seus subprodutos, as equações de predição compostas de somente duas variáveis, extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB), explicavam entre 92,7 e 92,6% das variações ocorridas, respectivamente, na energia EMAn e na EMVn, porém com a utilização da combinação das quatro variáveis PB, FB, fibra detergente ácido (FDA), FDN e EE, passavam a explicar 94% ou mais da variação ocorrida nos valores da EMAn e da EMVn. Já para estimar os valores de EMAn e EMVn do milho e seus subprodutos as equações com as variáveis PB, FB ou FDN, matéria mineral (MM) e amido demonstraram bons ajustes.

De acordo com a doutrina citada as equações com mais de uma variável vêm demonstrando melhores ajustes e maiores coeficientes de determinação.

2.4.5. Método com uso de óxido crômico como indicador

A determinação da digestibilidade “in vivo” pode ser de forma direta ou indireta. O mais utilizado é o método direto, que se caracteriza pelo controle total do alimento fornecido e das excretas produzidas. Já o método indireto é utilizado quando existe a dificuldade de controlar o consumo e/ou a produção de excretas (caso da ema). Este método é caracterizado pela utilização de indicadores e determinação da sua concentração na ração e nas excretas. Os indicadores podem ser internos (inerentes ao alimento) e externos (adicionados ao alimento).

O óxido crômico é o indicador externo mais comumente utilizado em ensaios de metabolismo (Kotb & Lukey, 1972). Os níveis ótimos utilizados para emas ainda não estão definidos.

2.5. Fatores que podem interferir na determinação dos valores de energia metabolizável

Vergara et al (1989) observaram que as aves adultas têm menor taxa de passagem de alimento do que as aves mais jovens e que esse tempo, depende também, da composição dos alimentos ingeridos. Para que sejam determinados os valores de EM, se faz necessária a observação da idade das aves, vez que ocorrem mudanças na taxa de passagem da digesta e na atividade das enzimas com o aumento da idade.

De acordo Noy & Sklan (1995), os frangos de corte, com idade entre 4 e 21 dias, digerem respectivamente, 78 e 92% do nitrogênio e 82 e 89% dos ácidos graxos e do amido, creditando essa diferença com o avançar da idade a um provável aumento da atividade das enzimas pancreáticas e das secreções biliares.

A energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUe) deprimem os valores de EMA quando ocorre baixo nível de ingestão do alimento. Borges et al. (1998), observaram que as aves que ingeriram 25g de alimento apresentavam valores menores de EMA e EMAn do que as que ingeriram 50g.

Os valores de EM são influenciados principalmente pelo tipo de gordura e pelo teor da matéria mineral presentes no alimento. O valor da energia metabolizável é, portanto, diretamente influenciada pela composição dos ingredientes que compõem a alimentação do animal. A digestibilidade dos nutrientes sofre, ainda, influência direta da forma pela qual o alimento foi processado e armazenado, podendo esse fator, inclusive,

provocar variações no seu conteúdo energético. Carvalho (2002) atribui a grande variação na composição química e energética das farinhas de carne e osso encontradas no mercado à falta de padronização no processamento da matéria-prima.

Portanto, como visto, o consumo, a composição química, o processamento, o armazenamento, os fatores antinutricionais e os níveis de substituição dos alimentos e, ainda, a idade, o sexo e o peso dos animais, podem ocasionar variação nos valores de EM.

2.6. Os alimentos na alimentação das aves

Para minimizar o custo de produção é imprescindível o conhecimento dos componentes nutritivos e o valor energético (EM) de cada ingrediente que será utilizado na formulação das dietas, vez que a despesa com a alimentação pode representar até 75% do custo variável. Outro fator que pode ocasionar o aumento do custo da produção é a dieta desbalanceada, em razão da possibilidade de ocorrer aumento no consumo da ração, baixo ganho de peso e menor conversão alimentar.

2.6.1. Milho (*Zea mays*)

Dentre os grãos de cereais o milho é o mais utilizado na formulação de dietas para animais, principalmente para aves e suínos, participando em até 60% na composição de dieta para frangos de corte e contribuindo com 65% da EM e 22% da PB (Carvalho, 2002). Sua maior limitação como fonte de nutriente é o baixo teor de aminoácidos lisina e triptofano (Lima, 2001a).

Seu elevado valor energético deve-se ao fato do grão de milho ser muito rico em: extrativos não nitrogenados, essencialmente amido; apresentar maior quantidade de EE que qualquer outro cereal, excluindo-se a aveia; ter baixo teor de FB (Andriguetto et al., 2002).

Os valores de EM_{An} do milho apresentados pelas tabelas nacionais e estrangeiras varia de 3.260 a 3.390 Kcal de/kg de MN (Rostagno et al., 2000; Embrapa, 1991; NRC, 1994; e Blas et al., 2003).

Saad (2003) utilizando a metodologia de coleta total de excretas, determinou os valores de EMA e EMAn para papagaios-verdadeiros, encontrando valores de 3.179 e 3.190 Kcal/ kg de MN, respectivamente.

Pesquisa desenvolvida por Torres (2003), encontrou valores de 2.678 Kcal de EMA/kg MN e de 2.833 Kcal de EMAn/kg de MN para codornas francesas (*Coturnix coturnix*). Entretanto, Silva et al. (2003) trabalhando com codornas japonesas(*Coturnix coturnix japonica*) encontraram valores maiores para EMA e EMAn (3.340 e 3.354 Kcal/kg de MN, respectivamente).

Devido aos fatores que afetam a concentração de nutrientes dos ingredientes, tais como: clima, solo, fertilidade, cultivar da planta, tipos de processamento, armazenamento, amostragem, substâncias antinutricionais, dentre outros, Brum et al. (1999b) recomendam a caracterização dos ingredientes a serem utilizados, visando criar e/ou atualizar tabelas de composição de alimentos e melhorar o processo de formulação de dietas.

Ao avaliar o efeito de diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento na composição química e energética de amostras de milho, Carvalho (2002) observou que o aumento da temperatura e do período de armazenagem provocavam reduções de aproximadamente 300 Kcal/kg na EMA e EMAn.

No Brasil a área em que foi efetuada a colheita de milho em 2003 foi de aproximadamente 12,9 milhões de hectares, com produção de cerca de 47,8 milhões de toneladas, que comparando com a de 1993, observa-se que ocorreu um aumento de 37,13% (Brasil, 2004a), sendo, portanto, o cereal que teve maior produção no País. De acordo com previsão de Lima (2001a), em 2001 o mercado interno a demandaria 63% do volume produzido para produção de ração. O autor ressalta que essa estatística poderia ser considerada subestimada, devido à quantidade de milho consumida “dentro das porteiras”, na forma de grãos e cereais.

2.6.2. Sorgo (*Sorghum bicolor*)

Segundo Brasil (2004c), a produção de sorgo aumentou 83,73% entre os anos de 1993 e 2003, gerando, aproximadamente, 1,7 milhão de tonelada proveniente de 731,1 mil hectares.

Observa-se que o cultivo do sorgo ainda é pequeno, mas é importante ressaltar que esse cereal poderá vir a se tornar um excelente substituto para o milho na formulação de rações, em razão das suas características nutricionais, menor exigência da cultura em relação ao solo e ao clima e por representar em média 80% do preço do milho.

O grão de sorgo é pobre em fibras e rico em energia e extrativos não nitrogenados, constituídos principalmente por amido, tendo, portanto, sua composição e valor nutritivo semelhantes aos do milho. Geralmente o teor de PB é ligeiramente superior a do milho, porém não é de boa qualidade. Apresenta menores teores de EE e EM do que o milho (Andriguetto, 2002).

Brum et al. (2000) em pesquisa realizada com frangos de 15 a 23 dias de idade encontraram o valor de EMAn de 2.954 Kcal/kg de MN para sorgo com baixo tanino (0,81%) e valor semelhante foi encontrado por eles Brum et al. (1998) para sorgo com alto tanino (2,8%).

Nagata (2003) encontrou valores semelhantes de EMA (3.222 e 3.250 Kcal/kg de MN) e de EMAn (3.137 e 3.176 Kcal/kg de MN), respectivamente, para sorgo moído e em grão, utilizando para determinar os valores de EM a metodologia de coleta total de excretas de pintos em crescimento.

Souza (1984), em pesquisa realizada para determinar o efeito do conteúdo energético dos alimentos em relação à idade de frangos de corte (10 a 20; 24 a 34 e 38 a 48 dias), concluiu que o efeito do alimento testado varia de acordo com a idade do frango. O autor encontrou valores de EMA que variaram entre 3.074 e 3.573 Kcal/kg de MN e os valores de EMAn entre 2.962 e 3.547. Já Albino (1980) encontrou valores inferiores aos de Souza (1984) e não detectou diferença entre os valores de EMA e EMAn dos sorgos graníferos em relação às diferentes idades (13 a 21; 31 a 39 e 45 a 53 dias para frangos de corte).

Coelho (1983) ao determinar os valores energéticos do sorgo sacarino, utilizando duas metodologias, observou que a utilização do método de Sibbald resultou na redução de 17,85% nos valores de EMA e de 11,22% nos de EMAn, quando comparados com os valores determinados pela metodologia de coleta total de excretas.

2.6.3. Farelo de trigo (*Triticum spp*)

O farelo de trigo é subproduto da moagem do trigo, composto de pericarpo, partículas finas do gérmen e de outros resíduos característicos do processo industrial normal para obtenção da farinha de trigo. Tem composição nutricional muito variada, principalmente no teor de PB (podendo variar de 6 a 22%, com maior frequência de valores entre 13 e 14%) (Lima, 2001b).

O principal componente energético do trigo é o amido, sendo que em estudo realizado por Wiseman et al. (1994), *apud* Lima (2001b) foi constatada baixa correlação ($R^2=0,36$) entre o teor de amido e os valores de EM e atribuíram à digestibilidade desta fração o fator que contribui para esta resposta, observaram, também, que os valores de digestibilidade do amido variavam entre 69,9 e 97%.

Quando Borges (1999) comparou os valores de EMA e EMAn determinados com pintos com os valores determinados com galos observou a existência de diferença entre eles, ou seja, EMA (1.728 para pintos e 1877 Kcal/kg de MN para frangos) e de EMAn (1.601 e 1.735 Kcal/kg de MN para pintos e frangos, respectivamente) não corroborando com o resultado obtido por Souza (1984), vez que os valores médios encontrados por ele foram superiores, respectivamente, 1.852 e 1.742 Kcal/kg de MN para EMA e EMAn, além de observar que a idade das aves não influenciou os valores de EMA e EMAn.

2.6.4. Farelo de soja (*Glycine max*)

A soja é uma das mais importantes culturas de produção de grãos, destinando-se à obtenção de óleo e farelos utilizados na nutrição humana e animal, sua produção no ano de 2003 no Brasil foi de 51,5 milhões de toneladas, oriundas do cultivo de 18,5 milhões de hectares de terra (Brasil, 2004b).

De acordo com CIDASC (2004), o farelo de soja é caracterizado pela extração do óleo dos grãos de soja, quer seja por processo químico e/ou mecânico. Conforme sua característica de qualidade e apresentação pode ser classificado por: classes (farelo cru e tostado), subclasses (natural, peletizado, moído ou desuniforme) e tipos (tipo 1: 48% PB, tipo 2: 46% PB e Tipo 3: 44% PB).

O farelo de soja é alimento básico na formulação de dietas para suínos e frangos, por ser considerado o alimento protéico de melhor qualidade, ou seja, ter excelente perfil de aminoácidos. Apresenta teor protéico médio de 45,68% (NRC, 1994; Rostagno et al 2000; e Blas et al., 2003).

É importante ressaltar os fatores antinutricionais presentes, como os inibidores de proteases (tripsina e as lecitinas) que podem ser desativados por meio de processos térmicos, sendo mais utilizados os de tostagem e de extrusão. Geralmente esses processos favorecem a digestibilidade dos nutrientes presentes no grão, em especial os aminoácidos e os lipídeos. Por outro lado, o superaquecimento pode levar à redução da energia metabolizável, desnaturação das proteínas, oxidação do enxofre dos aminoácidos sulfurados e complexação da lisina com grupos aldeídos (Penz Júnior & Brugalli, 2001).

2.6.5. Farinha de carne e ossos

Pode ser de diferentes fontes de origem animal, geralmente é produzida em graxarias por coleta de resíduos, ou em frigoríficos a partir de ossos e tecidos, após a desossa completa da carcaça de bovinos, e/ou ovinos e/ou suínos; que são moídos, cozidos, prensados para extração de gordura e novamente moídos. Não deve conter matérias estranhas nem sangue, cascos, unhas, pêlos, conteúdo estomacal a não ser os obtidos involuntariamente dentro dos princípios de boas práticas de fabricação. Deve ter no mínimo 4% de fósforo (P) e o cálcio não deve exceder a 2,2 vezes o nível de P.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no galpão de avicultura do Setor de Produção da Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizado na Fazenda Boa Vista de Cachoeira de Santa Cruz, município de Viçosa, Estado de Minas Gerais. O município de Viçosa está situado a 20° 45' de latitude sul, 42° 51' de longitude oeste e 657 m de altitude média, apresentando precipitação média anual de 1341 mm, dos quais cerca de 86% ocorrem entre os meses de outubro a março. A temperatura média das máximas é de 26,10°C e a média das mínimas é de 14,00°C (Universidade Federal de Viçosa, 2002). O clima da região é classificado como “Cwa”, segundo classificação proposta por Köppen (1948).

O delineamento experimental usado foi inteiramente ao acaso, com seis tratamentos (sendo cinco dietas experimentais e uma dieta referência), com nove repetições (no tempo) e duas emas (um macho e uma fêmea) por unidade experimental.

Os tratamentos utilizados foram os a seguir especificados:

1. Ração referência 100% da ração referência
2. Milho 60% da ração referência + 40% de milho
3. Sorgo 60% da ração referência + 40% de sorgo
4. Farelo de trigo 60% da ração referência + 40% de farelo de trigo
5. Farelo de soja 70% da ração referência + 30% de farelo de soja
6. Farinha de carne e ossos .. 70% da ração referência + 30% de farinha de carne e ossos

A ração referência foi elaborada seguindo-se as necessidades nutricionais adotadas por Silva (2001), Sanchez (1996) e Saracura (1993) e as composições químicas utilizadas foram as das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et

al., 2000). A composição centesimal e nutricional em valores calculados podem ser visualizadas na Tabela 2.

Durante o período experimental as emas receberam ração e água a vontade.

Tabela 2 - Composição centesimal (matéria natural) e nutricional (matéria seca) em valores calculados da ração referência.

Ingredientes	(%)
Composição centesimal	
Milho	64,040
Farelo de soja	27,400
Óleo vegetal	1,000
Fosfato bicálcico	3,600
Calcário	2,500
Sal	0,450
Suplemento mineral ¹	0,250
Suplemento vitamínico ²	0,250
Antioxidante ³	0,010
Óxido Crômico (Cr ₂ O ₃)	0,500
Total	100,000
Valores calculados	
Matéria seca (%)	87,20
Proteína bruta (%)	18,45
Matéria orgânica (%)	91,14
Extrato estéreo (%)	3,56
Fibra em detergente neutro (%)	17,93
Fibra em detergente ácido (%)	4,13
Energia bruta (Kcal/kg)	4.496
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.326
Cálcio (%)	1,96
Fósforo (%)	0,98

¹ Suplemento mineral contendo por kg de produto: Ferro - 100,0 g; Cobalto - 2,0 g; Cobre - 20,0 g; Manganês - 160,0 g; Zinco - 100,0 g; Iodo - 2,0 g; e Excipiente q.s.p. - 500 g;

² Suplemento vitamínico contendo por kg do produto: Vit. A - 10.000.000 U.I.; Vit. D3 - 2.000.000 U.I.; Vit. E - 30.000 U.I.; Vit. B1 - 2,0 g; Vit. B2 - 6,0 g; Vit. B6 - 4,0 g; Vit. B12 - 0,015 g; Ác. pantotênico - 12,0 g; Biotina - 0,1 g; Vit. K3 - 3,0 g; Ác. fólico - 1,0 g; Ác. nicotínico - 50,0 g; Selênio - 250,0 mg; e Excipiente q.s.p. - 1000 g;

³ Butil hidroxi tolueno 99%.

Foram utilizadas trinta e seis emas em fase de crescimento, sendo dezoito machos e dezoito fêmeas, doados pelo Centro de Desenvolvimento Ambiental (CDA) da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), localizada no município de Araxá, Estado de Minas Gerais. Os animais foram transportados para a Universidade Federal de Viçosa em caixas de madeira individuais, após autorização concedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

As aves nasceram entre os meses de setembro e outubro de 2003, tendo, respectivamente, machos e fêmeas, peso corporal médio de 4,3 kg e 4,7 kg, e idade média de seis meses por ocasião do início do experimento. No começo e no final de cada período experimental, as emas foram identificadas, pesadas e, posteriormente, foram distribuídas aleatoriamente entre os tratamentos.

O ensaio de campo teve duração de trinta e oito dias, realizados entre os dias 29/03 a 05/05/2004, dividido em três períodos experimentais. Os dois primeiros foram constituídos de: cinco dias de adaptação às dietas, cinco dias de coleta de amostras de ração e de excretas e quatro dias de transição de dieta. O terceiro período teve duração de cinco dias de adaptação às dietas e cinco dias de coleta.

As temperaturas médias e as umidades relativas do ar no interior do galpão, foram determinadas com a utilização de equipamentos automatizados, instalados em seis pontos, a uma altura de 0,60 m do chão, que proporcionaram medidas contínuas das temperaturas: de bulbo seco, de bulbo úmido e de globo negro. As medições foram realizadas durante os períodos experimentais com o uso de robôs, com leitura contínua, em intervalo de tempo determinado.

Visando evitar que as excretas fossem contaminadas por materiais estranhos foi realizada toaletes na região da cloaca dos animais.

As aves foram alojadas em um galpão de 62 metros de comprimento por 10 metros de largura e com pé-direito de 3,6 metros, piso de cimento, laterais teladas até o teto, cobertas por cortinas de plástico com sistema de roldanas para o seu manejo, cobertura de telhas de amianto com lanternim de 1,00 x 0,30 m. O galpão foi dividido em 20 baias, sendo cada uma de 10 metros de comprimento por 2,8 metros de largura, equipadas com campânula, bebedouro e comedouro, sendo 18 baias experimentais. Em cada baia (unidade experimental) foram alojados um macho e uma fêmea.

Realizou-se limpeza e desinfecção da área experimental com “vassoura de fogo”, desinfetante a base de iodo e o piso, paredes e pilares foram pulverizados com cal e creolina antes de alocar os animais nas unidades experimentais e no término do experimento.

Foram concebidas, confeccionadas e utilizadas bolsas coletoras de plástico em três tamanhos, conforme o porte dos animais, seguindo-se a metodologia adaptada daquela utilizada por Swart et al. (1993). Na figura 1 pode ser visualizada ilustração de um avestruz com a bolsa coletora. No interior da bolsa coletora foi acoplado saco

plástico para facilitar a coleta total das excretas. À medida que os animais enchiam as bolsas com urina e/ou fezes, estas eram trocadas por outra e os materiais coletados eram pesados, identificados e armazenados sob refrigeração.

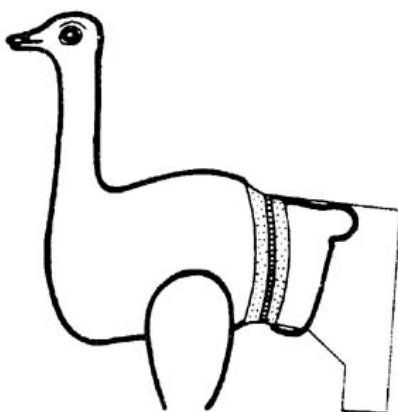


Figura 1. Ilustração de um avestruz com bolsa coletora de excretas com cinto estomacal. Swart et al. (1993).

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

Para a moagem as excretas coletadas foram descongeladas e homogeneizadas por baia e por dia, sendo feita a pré-secagem em estufas ventiladas a 65°C. Após foram retiradas e juntadas amostras de cinco gramas/dia para compor amostras compostas, as quais foram analisadas juntamente com os alimentos e as dietas, segundo metodologias descritas em Silva & Queiroz (2002).

Uma vez obtidos os resultados das análises laboratoriais dos alimentos, das dietas experimentais e das excretas, foram calculados os valores de EMA e EMAn, utilizando as equações propostas por Matterson et al. (1965).

As equações utilizadas no cálculo da EMA e EMAn das rações experimentais e dos alimentos foram:

$$EMA_{RE} = \frac{EB_{ing.} - EB_{exc}}{MS_{ing.}}$$

$$EMA_{ALIM.} = EMA_{RR} + \frac{EMA_{RE} - EMA_{RR}}{g/g \text{ substituição}}$$

$$EMAn_{RE} = \frac{EB_{ing.} - (EB_{exc.} \pm (8,22 \times BN))}{MS_{ing.}}$$

$$EMAn_{ALIM.} = EMAn_{RR} + \frac{EMAn_{RE} - EMAn_{RR}}{g/g \text{ substituição}}$$

$$BN = N_{ing.} - N_{exc.}$$

em que:

EMA_{RE} = energia metabolizável aparente da ração experimental;

$EMA_{ALIM.}$ = energia metabolizável aparente do alimento;

EMA_{RR} = energia metabolizável aparente da ração referência;

$EMAn$ = energia metabolizável aparente corrigida;

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

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

MS_{ing} = matéria seca ingerida;

BN = balanço de nitrogênio.

$N_{ing.}$ = nitrogênio ingerido;

$N_{exc.}$ = nitrogênio excretado.

As equações utilizadas no cálculo dos CDA da MS e da MO das rações experimentais e dos alimentos foram:

$$CDA_{RE} = \frac{MS_{ing.} - MS_{exc.}}{MS_{ing.}} \times 100$$

$$CDA_{ALIM.} = CDA_{RR} + \frac{CDA_{RE} - CDA_{RR}}{g/g \text{ substituição}}$$

em que:

CDA_{RE} = coeficiente de digestibilidade aparente da ração experimental;

$CDA_{ALIM.}$ = coeficiente de digestibilidade aparente do alimento;

$MS_{ing.}$ = matéria seca ingerida;

$MS_{exc.}$ = matéria seca excretada;

MS_{RR} = matéria seca da ração experimental; e

MS_{RE} = matéria seca da ração experimental.

As equações utilizadas para calcular os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica foram as mesmas utilizadas para o cálculo dos CDA da MS.

Para a determinação dos coeficientes de metabolização da energia bruta dos alimentos, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$CMEB_{ALIM.} = \frac{EMA_{ALIM.} \times 100}{EB_{ALIM.}}$$

em que:

$CMEB_{ALIM.}$ = coeficiente de metabolização da energia bruta alimento;

$EB_{ALIM.}$ = energia metabolizável aparente;

$EMA_{ALIM.}$ = energia metabolizável aparente.

Como procedimento estatístico, aplicou-se a análise de variância e o teste de comparação de médias pelo teste de Student Newman Keuls ($P < 0,05$), por intermédio do Sisvar 4.6 (Ferreira, 2000) nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica, valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida e os coeficientes de metabolização da energia bruta e energia bruta corrigida dos alimentos obtidos pelos dois métodos

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Valores de temperatura média, máxima e mínima e de umidade relativa do ar

Com o objetivo de caracterizar as condições ambientais em que o experimento foi desenvolvido foram determinados os valores de temperatura média, máxima e mínima e de umidade relativa do ar, durante os períodos experimentais, conforme demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3- Valores de temperatura média, máxima e mínima e de umidade relativa do ar, durante os períodos experimentais.

Período	Temperaturas (°C)			Umidade Relativa (%)
	Mínima	Máxima	Média	
Primeiro	15,49	29,36	21,93	79,62
Segundo	16,25	29,63	22,25	82,02
Terceiro	10,86	28,83	19,56	86,93
Média Geral	14,20	29,27	21,25	82,86

4.2 Composição química e de energia bruta dos alimentos

Os valores de composição química e de energia bruta dos alimentos utilizados para determinação da energia metabolizável e dos coeficientes de digestibilidade encontram-se na Tabela 4

Foram observadas variações entre os valores da composição química e energética dos alimentos avaliados (na base da matéria natural) e os valores apresentados pelas tabelas nacionais (Embrapa, 1991; Rostagno et al., 2000), internacionais (NRC, 1994; Blas et al., 2003) e diferentes literaturas referentes a frango de corte (Albino, 1980; Coelho, 1983; Gomes, 1984; Souza, 1984; Albino, 1991; Sartorelli, 1998; Borges, 1999; Rodrigues, 2000; D'Agostini, 2001; Nunes et al., 2001; Nunes, 2003; Nagata, 2003; Carvalho, 2002; Soares, 2004; Zonta, 2004), a codorna (Silva, 2003; Torres, 2003) e a papagaio-verdadeiro (Saad, 2003).

As diferenças detectadas entre os alimentos avaliados e os citados eram esperadas devido à utilização de diferentes variedades de grãos, além dos seus estágios de maturação ou do tipo de solos onde foram cultivados (Brum et al, 1998), e em relação à farinha de carne e ossos em razão da variação no tipo e na composição química e energética das matérias-primas encontradas no mercado e da falta de padronização no seu processamento (Albino, 1980).

Tabela 4 - Composição química e valores de energia bruta dos alimentos, expressos na matéria natural.^{1, 2}

Alimentos	MS (%)	MO (%)	PB (%)	EE (%)	CZ (%)	FDN (%)	FDA (%)	EB (Kcal/kg)
Milho grão	87,45	98,91	7,69	3,53	1,09	7,53	2,49	3.979
Sorgo grão	87,68	98,71	8,07	2,59	1,29	6,91	2,38	3.982
Farelo de trigo	88,61	94,58	14,65	2,66	5,42	33,68	11,36	3.810
Farelo de soja	88,18	93,84	44,05	0,71	6,16	10,03	8,77	4.229
Farinha de carne e ossos	93,01	55,93	38,41	10,47	44,07	-	-	3.149

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

² MS = matéria seca; MO= matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; CZ= cinzas; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= Fibra em detergente ácido e EB = energia bruta.

4.2.1. Milho (*Zea mays*)

O teor de MS do milho foi semelhante ao citado pela Embrapa (1991) e por Rodrigues (2000), D'Agostini (2001), Saad (2003) e Nunes (2003), maior em relação aos valores apresentados por Albino (1991), Brugalli (1996), Blas et al. (2003) e Torres (2003) e menor quando comparado com Albino (1980) e NRC (1994). De acordo com Carvalho (2002), essa variação encontrada pode ser atribuída ao tipo de secagem a que os milhos foram submetidos.

O valor de MO encontrado foi igual ao apresentado pelos autores citados no parágrafo anterior, exceto Albino (1980 e 1991) e Saad (2003) que apresentaram valores menores.

O teor protéico foi inferior ao encontrado pelas tabelas nacionais, Albino (1980 e 1991), Souza (1984), NRC(1994), Brugalli (1996) e abaixo em 23,56% do referenciado por Coelho (1983). Trabalhando com três amostras de milho (1; 2 e QPM), Rodrigues (2000) encontrou variação de 21,89% no valor de PB, dos quais dois apresentaram teor maior do que o determinado neste estudo, e o outro demonstrou valor igual aos relatados por Saad (2003), Nunes (2003) e Blas et al. (2003). Valores inferiores foram encontrados por Torres (2003).

Foi detectada ligeira variação em relação aos valores de EE apresentados pelas tabelas brasileiras e internacionais. Porém foram menores do que os relatados por Saad (2003) e D'Agostini (2001) e 14,73% em relação a Nunes (2003).

Com relação ao conteúdo energético foi encontrado valor maior em 15,81% em relação os referenciados por Torres (2003). Rodrigues (2000) encontrou variação de 5,5% no valor de EB de três amostras de milho, dos quais um apresentou conteúdo energético inferior ao encontrado no presente trabalho e os outros dois valores semelhantes, assim como os apresentados por Albino (1980 e 1991), D'Agostini (2001), Embrapa (1991), Saad (2003), Rostagno (2000) e Coelho (1983).

4.2.2. Sorgo (*Sorghum bicolor*)

Os valores de MS do sorgo apresentados pelas tabelas nacionais, Coelho (1983), Souza (1984), Blas et al. (2003) são menores do que o encontrado neste trabalho, entretanto, os encontrados por Nagata (2003) são maiores. Essa variação no teor de MS

confirma os achados de Albino (1980) para o sorgo granífero. Valores semelhantes ao do trabalho são mencionados pelo NRC (1994).

Para o valor de MO nenhum dos dados apresentados pelas literaturas diferiram do encontrado no presente trabalho.

Assim como o milho, o teor de PB do sorgo não diferiu dos apresentados pelas tabelas brasileiras e estrangeiras e por Nunes (2003), porém foram menores em 20,14% em média dos valores apresentados por Coelho (1983), Souza (1984) e Nagata (2003) e maior em 13,75% do que o apresentado por Torres (2003).

O valor de EB encontrado foi inferior ao determinado por Coelho (1983) e semelhantes aos citados pelas tabelas nacionais e por Nagata (2003), porém superior ao apresentado por Nunes (2003).

4.2.3. Farelo de trigo (*Triticum spp*)

O farelo de trigo apresentou valor de MS semelhantes aos citados pelas tabelas brasileiras e estrangeiras, por Borges (1999), Saad (2003), Souza (1984), Albino (1980) e Nunes (2001 e 2003), entretanto, menor do que os referenciados por Torres (2003) e Albino (1991).

O teor de MO foi superior em 20,96% ao citado por Saad (2003), Albino (1980), porém semelhante às tabelas brasileiras, Albino (1991), Nunes (2003) e menores ao encontrado por Blas et al (2003).

O valor de PB foi maior que os apresentados por Nunes (2003), Saad (2003) e superou em 22,47% aos citados nas tabelas estrangeiras, porém foi inferior em 11,49% aos apresentados por Albino (1980) e Rostagno et al (2000).

O teor de EE apresentado no trabalho foi inferior em 18,74% em relação aos dados das tabelas brasileiras, porém maior em 32,08% quando comparado com Blas et al. (2003).

A EB foi semelhante à encontrada por Nunes (2003) e inferior a das tabelas brasileiras, no entanto foi superior em 6,41% ao dado apresentado por Torres (2003).

4.2.4. Farelo de soja (*Glycine max*)

O teor de MS, MO e PB do farelo de soja variou ligeiramente em relação aos apresentados nas tabelas nacionais e estrangeiras e nos demais autores citados, exceto quando comparado o valor de MO encontrado por Saad (2003), o qual foi inferior em 22,55%.

O valor de EB foi semelhante aos dados apresentados por Saad (2003), Rodrigues (2000), Albino (1991), Brugalli (1996), Soares (2004) e Zonta (2003), porém maiores que os apresentados por Torres (2003), Gomes (1984) e Rostagno et al. (2000).

4.2.5. Farinha de carne e ossos

O valor de MS foi semelhante aos dados apresentados pelas tabelas nacionais e estrangeiras, por Albino (1980 e 1991), Sartorelli (1998) e Gomes (1984), entretanto ficou superior ao apresentado por Brugalli (1996) e inferior ao mencionado por Soares (2004).

O teor de MO foi inferior ao apresentado por Coelho (1983), Blas et al. (2003), Brugalli (1996), Sartorelli (1998), Soares (2004) e pelas tabelas nacionais, porém semelhante ao determinado por Albino (1991).

O valor de EE também variou em relação aos valores citados pela literatura mencionada, no entanto apresentou percentagem semelhante a Coelho (1983), Albino (1991), Gomes (1984) e Rostagno et al. (2000), NRC (1994) e dados menores quando comparados com Embrapa (1991), Brugalli (1996), Sartorelli (1998), Soares (2004) e Torres (2003).

Ocorreu variação também em relação à quantidade de PB apresentada no trabalho e a da literatura citada. Valores semelhantes foram encontrados por Soares (1983), Gomes (1984), Rostagno et al. (2000) e Sartorelli (1998), porém inferior quando comparados com os achados de Soares (2004), Gomes (1983), Albino (1991), tabelas estrangeiras, Brugalli (1996), Embrapa (1991) e superior ao comparado com Torres (2003).

O conteúdo energético foi inferior ao encontrados por Coelho (1983), Gomes (1984), Embrapa (1991), Albino (1991), Rostagno et al (2000), Sartorelli (1998), Soares (2004), mas semelhante ao apresentado por Torres (2003).

Essa variação nas quantidades de nutrientes e energia corrobora com a afirmação de Albino (1980), descrita anteriormente.

4.3. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica dos alimentos energéticos e protéicos obtidos por meio das diferentes metodologias encontram-se demonstrados, respectivamente, nas Tabelas 5 e 6.

Os coeficientes de digestibilidade da MS e MO dos alimentos energéticos diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) entre as metodologias adotadas. Os valores médios obtidos pelo método de coleta total de excretas foram em relação ao método com uso de indicador superiores, respectivamente, em 21,37% e 17,89% para os CDAMS e CDAMO.

Ao comparar os CDA da MS e MO observa-se que o sorgo e o milho apresentam estatisticamente coeficientes iguais entre si e maiores que os determinados com o farelo trigo. Essa diferença pode ser explicada em razão da existência de maior percentagem de FDN e FDA no farelo de trigo que, geralmente, apresenta baixa digestibilidade quando comparado com outros nutrientes.

Os CDAMS determinado pelo método de coleta total, encontrado no presente trabalho para o milho foi inferior em 10,03%, 17,37%, 24,90% e 23,97% para papagaio-verdadeiro e por Albino (1980), Coelho (1983) e Souza (1984) para frangos de corte. O CDAMO determinado pelo método de coleta total, para o milho foi inferior em 7,76% ao valor encontrado por Saad (2003).

O CDAMS encontrado para o sorgo foi semelhante aos determinados por Albino (1980) e Coelho (1983), entretanto inferior em 13,33% ao coeficiente apresentado por Souza (1984).

Em relação ao CDAMS do farelo de trigo observou-se superioridade ao encontrado na literatura em 33,74% (Albino, 1981), 21,04% (Souza, 1984), 23,03% (Borges, 1999) e 33,79% (Saad, 2003). O CDAMO encontrado também foi maior em 33,11% ao observado por Saad (2003).

Tabela 5 - Valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da matéria orgânica (CDAMO) dos alimentos energéticos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador.^{1,2}

Métodos	CDAMS				CDAMO			
	Milho	Sorgo	Farelo de trigo	Médias	Milho	Sorgo	Farelo de trigo	Médias
Total	70,89	79,89	60,22	70,33 A	73,89	81,55	61,89	72,44 A
Indicador	62,00	64,11	39,78	55,30 B	66,33	68,44	43,67	59,48 B
Médias	66,44 a	72,00 a	50,00 b		70,11 a	75,00 a	52,78 b	
Anova	Probabilidade teste F							
Tratamento	0,0000				0,0000			
CV (%)	14,68				13,05			

¹ Médias na mesma linha dentro de cada parâmetro seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

² Médias na mesma coluna dentro de cada parâmetro seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Para os alimentos protéicos os coeficientes de digestibilidade da MS e MO não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre as metodologias adotadas. Entre os alimentos não houve diferença entre os CDAMO. Entretanto, foi observada diferença estatística ($P < 0,05$) entre os CDAMS entre os alimentos, sendo que o farelo de soja apresentou valor maior em 33,67% em relação à farinha de carne e ossos. Essa diferença poderia ser explicada em razão da existência de maior quantidade de matéria mineral na farinha de carne e ossos.

Ao comparar os CDAMS determinados pelo método de coleta total, foi observado que o valor encontrado para o farelo de soja é superior em 49,74 %, 45,00%, 50,70%, 42,95% e 35,08%, aos encontrados, respectivamente, por Albino (1981), Coelho (1983), Gomes (1984), Saad (2003) e Soares (2004). Já para o CDAMO foi apresentada superioridade de 39,40% em relação ao encontrado por Saad (2003).

A farinha de carne e ossos avaliada apresentou valor de CDAMS maior em 29,67% que os coeficientes determinados por Albino (1981) e Coelho (1983) e em 42,05% ao apresentado por Gomes (1984).

Tabela 6 - Valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e da matéria orgânica (CDAMO) dos alimentos protéicos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador.^{1,2}

Métodos	CDAMS			CDAMO		
	Farelo de soja	Farinha de carne e ossos	Médias	Farelo de soja	Farinha de carne e ossos	Médias
Total	69,78	39,00	54,39 A	70,11	68,33	69,22 A
Indicador	62,56	48,78	55,67 A	63,22	76,67	69,94 A
Médias	66,17 a	43,89 b		66,67 a	72,50 a	
Anova	Probabilidade teste F					
Tratamento		0,0001			0,0827	
CV (%)		28,24			18,32	

¹ Médias na mesma linha dentro de cada parâmetro seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

² Médias na mesma coluna dentro de cada parâmetro seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

4.4. Valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida e coeficiente de metabolização da energia bruta e energia bruta corrigida

Os valores referentes à energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos energéticos e protéicos avaliados, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 7 e 8.

Observa-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre as médias dos alimentos energéticos obtidas pelas diferentes metodologias. A média dos valores de EMA obtidas pela técnica de coleta total foi superior em 18,83% aos valores encontrados pelo método com o uso de indicador. Os valores de EMA foram ligeiramente maiores que os de EMAn, o que caracteriza balanço de nitrogênio positivo, vez que as aves encontravam-se em fase de crescimento.

O valor de EMA do milho obtido pelo método de coleta total foi semelhante aos valores apresentados por Albino (1980), Rodrigues (2000), D'Agostini (2001), Nagata (2003), Silva et al. (2003), porém inferior em 6,85 %, 2,76%, 9,06%, aos valores apresentados, respectivamente, por Coelho (1983), Albino (1991), Souza (1984). Entretanto foi superior aos valores determinados por Saad (2003) em 3,02% e por Torres (2003) em 18,33%. Já para os valores de EMAn observou-se superioridade em 2,48% (Saad, 2003), 2,92% (Rodrigues, 2000) e 13,39% (Torres, 2003) aos citados pelos autores e menores aos determinados por Coelho (1983) em 4,38%, Embrapa

(1991) em 3,51%, NRC (1994) em 2,36%, Rostagno et al. (2001) em 2,97%, Souza (1984) em 7,31% e Silva et al. (2003) em 2,47%, mas semelhantes aos apresentados por Albino (1991), D'Agostini (2001), Blas et al. (2003) e Nagata (2003).

Para o sorgo a EMA encontrada foi maior em 15,13%, 2,78% e 5,73% à determinada, respectivamente, por Albino (1980), Souza (1984) e Nagata (2003). Para a EMAn observou-se semelhança com os valores apresentados por Coelho (1983) e superioridade em 2,00%, 4,38%, 2,06%, 4,92%, 3,75% e 6,53% aos encontrados, respectivamente pela Embrapa (1991), por Blas et al. (2003), pela NRC (1994), por Rostagno et al. (2000), por Souza (1984) e por Nagata (2003).

Tabela 7 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), dos alimentos energéticos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador.^{1, 2, 3}

Métodos	EMA				EMAn			
	Milho	Sorgo	Farelo de trigo	Médias	Milho	Sorgo	Farelo de trigo	Médias
Total	3.279	3.418	2.671	3.123 A	3.271	3.357	2.562	3.063 A
Indicador	2.920	2.831	1.853	2.535 B	2.912	2.770	1.744	2.475 B
Médias	3.100 a	3.125 a	2.261 b		3.091 a	3.063 a	2.153 b	
Anova	Probabilidade teste F							
Tratamento	0,0000				0,0000			
CV (%)	13,67				13,66			

¹ Médias na mesma linha dentro de cada parâmetro seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

² Médias na mesma coluna dentro de cada parâmetro seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

³ Valores expressos em Kcal/kg de matéria natural.

A EMA do farelo de trigo foi maior que os valores apresentados por Saad (2003) em 32,72%, Borges (1999) em 29,76%, Albino (1991) em 20,37%, Souza (1984) em 30,64%, Silva et al. (2003) em 39,20% e Torres (2003) em 21,30%. Da mesma forma os valores de EMAn mostraram-se superiores aos mencionados pelos mesmos autores, em: 29,70% (Saad, 2003), 32,28% (Borges, 1999), 20,68% (Albino, 1991), 27,70% (Souza, 1984), 37,82% (Silva et al., 2003) e 11,55% (Torres, 2003) e aos apresentados por Rostagno et al. (2000) em 26,31% e pela Embrapa (1991) em 37,94%, entretanto foram menores em 18,67% em relação aos citados por Blas et al. (2003).

Tabela 8 - Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn), dos alimentos protéicos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador.^{1, 2, 3}

Métodos	EMA			EMAn		
	Farelo de soja	Farinha de carne e ossos	Médias	Farelo de soja	Farinha de carne e ossos	Médias
Total	3.484	3.043	3.264 A	3.218	2.779	2.998 A
Indicador	2.924	3.097	3.011 A	2.944	3.149	3.046 A
Médias	3.204 a	3.070 a		3.081 a	2.964 a	
Anova	Probabilidade teste F					
Tratamento	0,0500			0,0564		
CV (%)	14,35			16,13		

¹ Médias na mesma linha dentro de cada parâmetro seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

² Médias na mesma coluna dentro de cada parâmetro seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

³ Valores expressos em Kcal/kg de matéria natural.

As médias da EMA e EMAn dos alimentos protéicos são semelhantes (P>0,05) quando determinadas pelas duas metodologias. Entre os alimentos, também não se observou diferença (P>0,05).

Do mesmo modo que para os alimentos energéticos, a média da EMA foi maior em 8,15% em relação à média de EMAn dentro da metodologia de coleta total, corroborando com afirmação efetuada por Leeson & Summers (2001), de que os valores de energia metabolizável, quando corrigidos pelo balanço de nitrogênio, tendem a ser sempre menores, desde que as aves apresentem balanço de nitrogênio positivo, ou seja, estejam em crescimento, o que provavelmente explica os valores encontrados nesse trabalho. Entretanto, quando observado dentro do método com uso do indicador, notou-se maiores valores para a média da EMAn, denotando a limitação deste método.

O valor de EMA do farelo de soja determinado pelo método da coleta total foi maior que os apresentados por Coelho (1983) em 37,08%, Saad (2003) em 29,56%, Rodrigues (2000) em 33,89%, Albino (1991) em 33,61%, Gomes (1984) em 31,63%, Soares (2004) em 32,92%, Silva et al. (2003) em 21,99% e Torres (2003) em 44,03%. Para o valor EMAn também foi encontrado superioridade em 31,60%, 28,06%, 24,95%, 29,58%, 33,19%, 32,26%, 33,20%, 33,78%, 32,04%, 35,02%, 25,11%, 23,70% e 31,26% em relação aos valores encontrados, respectivamente, por Coelho (1983), Saad (2003), Embrapa (1991), Rostagno et al. (2000), NRC (1994), Blas et al. (2003),

Rodrigues (2000), Albino (1991), Gomes (1894), Soares (2004), Zonta (2004), Silva et al. (2003) e Torres (2003).

Comparando os valores obtidos pela metodologia da coleta total, observa-se que a EMA e a EMAn foram maiores, respectivamente, em relação aos apresentados por Coelho (1983) em 42,69 e 42,39%, Brugalli (1996) em 27,80 e 24,65%, Albino (1991) em 32,06 e 31,31%, Gomes (1984) em 55,96 e 55,63%, Sartorelli (1998) em 27,64 e 21,95%, Torres (2003) em 52,91 e 43,29%, entretanto foi semelhante aos valores encontrados por Soares (2004). Essa variação encontrada entre os autores pode ser atribuída em razão da variação no teor de PB e MM nas diferentes farinhas de carne e ossos.

As médias dos coeficientes de metabolização da energia bruta e energia bruta corrigida dos alimentos energéticos e protéicos avaliados estão apresentadas, respectivamente, nas tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Valores dos coeficientes de metabolização aparente (CMEB) e aparente corrigida (CMEBn), dos alimentos energéticos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador.^{1,2}

Métodos	CMEB				CMEBn			
	Milho	Sorgo	Farelo de trigo	Médias	Milho	Sorgo	Farelo de trigo	Médias
Total	82,40	85,83	70,10	79,44 A	82,20	84,30	67,24	77,85 A
Indicador	73,38	71,09	48,63	64,44 B	73,18	69,56	45,77	62,85 B
Médias	77,94 a	78,50 a	59,39 b		77,67 a	76,83 a	56,56 b	
Anova	Probabilidade teste F							
Tratamento	0,0000				0,0000			
CV (%)	13,77				13,83			

¹ Médias na mesma linha dentro de cada parâmetro seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

² Médias na mesma coluna dentro de cada parâmetro seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

As médias dos CMEB e CMEBn diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) entre as metodologias adotadas e os alimentos avaliados. Os valores encontrados por meio da utilização do método de coleta total foram maiores em 18,88 e 19,26% (CMEB e CMEBn, respectivamente) que os determinados com o método do uso do indicador. Entre os alimentos avaliados notou-se maiores coeficientes para o milho e o sorgo que não diferiram ($P > 0,05$) entre si, porém ambos foram maiores ($P < 0,05$) quando comparados com os coeficientes do farelo de trigo. Essa diferença pode ser atribuída em

razão da existência de maior percentagem de FDN e FDA no trigo que no milho e no sorgo da menor eficiência de metabolização da energia bruta, vez que essas frações da FB, normalmente, apresentam baixa digestibilidade.

Segundo Lima (2001), o trigo contém inibidores de α -amilase, embora ainda não tenham sido totalmente identificados que se sabe ser proteínas encontradas principalmente no amido. As pentosanas solúveis do trigo apresentam efeito negativo sobre a digestibilidade do amido, da proteína e dos lipídeos nas dietas de aves (Choct et al., 1992) e, conseqüentemente, também afetam a metabolização da energia desse alimento, assim os coeficientes de metabolização da energia bruta podem ter sido inferiores ao do milho e do sorgo.

Os CMEB e CMEBn do milho determinados pelo método de coleta total foram semelhantes aos valores apresentados por Albino (1991), Rodrigues (2000) e Saad (2003), entretanto o CMEBn foi menor que os encontrados por Coelho (1983), pela Embrapa (1991), por Rostagno et al. (2000) e por Torres (2003) e superior ao CMEB determinado por Torres (2003) e D'Agostini (2001), sendo superior ao desta última também em relação ao CMEBn.

Para o sorgo o CMEB mostrou-se superior aos valores encontrados por Coelho (1983), Albino (1980) e Nagata (2003), da mesma forma o CMEBn foi maior em relação aos dados obtidos por Coelho (1983), Albino (1980), Nagata (2003), Rostagno et al. (2000) e pela Embrapa (1991).

O CMEB do farelo de trigo encontrado foi maior que os valores apresentados por Albino (1991), Borges (1999) e Saad (2003), porém inferior ao mencionados por Torres (2003). Valores inferiores foram obtidos por Albino (1991), pela Embrapa (1991), por Borges (1999), por Rostagno et al. (2000) e por Saad (2003) e superior ao de Torres (2003) para o CMEBn.

Tabela 10 - Valores dos coeficientes de metabolização aparente (CMEB) e aparente corrigida (CMEBn), dos alimentos protéicos obtidos pelo método de coleta total de excretas e uso de indicador.^{1, 2}

Métodos	CMEB			CMEBn		
	Farelo de soja	Farinha de carne e ossos	Médias	Farelo de soja	Farinha de carne e ossos	Médias
Total	82,33	96,56	89,44 A	76,11	88,11	82,11 A
Indicador	69,11	98,33	83,72 A	69,77	100,00	84,89 A
Médias	75,72 b	97,44 a		72,94 b	94,06 a	
Anova	Probabilidade teste F					
Tratamento		0,0000			0,0000	
CV (%)		14,86			16,08	

¹ Médias na mesma linha dentro de cada parâmetro seguidas de letras minúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

² Médias na mesma coluna dentro de cada parâmetro seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Os CMEB e CMEBn são semelhantes ($P > 0,05$) quando determinadas pelas duas metodologias, porém diferentes ($P < 0,05$) entre os alimentos, sendo que os valores encontrados para a farinha de carne e ossos foram maiores que os determinados para o farelo de soja.

Os valores obtidos pelo método de coleta total para o farelo de soja mostraram-se superiores aos encontrados na literatura (Coelho, 1983; Gomes, 1984; Albino, 1991; Rodrigues, 2000; Saad, 2003; Torres 2003; Soares, 2004 e Zonta, 2004). Os coeficientes calculados para a farinha de carne e ossos também foram superiores aos apresentados pelos seguintes autores: Coelho (1983), Albino (1991), Brugalli (1998), Sartorelli (1998), Torres (2003) e Soares (2004).

5. CONCLUSÕES

Os valores de dos CDAMS, CDAMO, EMA, EMAn, CMEB e CMEBn dos alimentos, determinados por meio do método de coleta total de excretas, foram geralmente, maiores que aqueles determinados pelo método com o uso de indicador.

A metodologia de uso de indicador mostrou-se inadequada para determinar os CDAMS, CDAMO, EMA, EMAn, CMEB e CMEBn dos alimentos, necessitando de novos estudos.

Com os resultados obtidos fica evidente que a metabolização da energia e a digestibilidade dos nutrientes são diferentes quando comparados entre espécies e varia conforme o alimento utilizado, principalmente quando os alimentos apresentam altos teores de FDN e FDA, como o farelo de trigo e o farelo de soja. Evidencia-se, assim, que o uso de valores de EMAn normalmente utilizados para formulação de dietas para frangos subestima a utilização desta energia pelas emas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L. F. T. **Determinação de valores de energia metabolizável e triptofano de alguns alimentos para aves em diferentes idades.** Viçosa, MG, UFV, 1980. 51 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte.** Viçosa, MG, UFV, 1991. 141 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L. F. T., ROSTAGNO, H. S., FONSECA, J. B. et al. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 6, p. 1037-1046, 1992.
- ALBINO, L. F. T. Metodologia de determinação da disponibilidade de energia em alimentos para aves e suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas, SP, 1995, p. 73-81.
- ALBINO, L. F. T. & SILVA, M. A. Tópicos avançados em exigências nutricionais para frangos de corte. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, CONGRESSO NACIONAL E CONGRESSO ESTADUAL, 14, 1996, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre, RS: PUCRS, 1996, p. 59-64.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal; os alimentos.** v. 1. São Paulo, SP: Nobel, 2002. 395 p.
- ANGEL, C. R. A review of ratite nutrition. **Animal Feed Science Technology**, v. 60, p. 241-246, 1996.
- BELLAVER, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA. 2002, Chapecó. **Anais...** Chapecó, SC. 2002, p. 6-22.

- BLAS, C.; MATEOS, G. G.; REBOLLAR, P. G. **Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos**. 2ª ed. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España.. 2003. 423 p.
- BORGES, F. M. O. **Valores energéticos e aminoácidos digestíveis do grão de trigo e seus subprodutos para aves**. Belo Horizonte, MG, Escola de Veterinária, UFMG, 1999. 116 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1999.
- BORGES, F. M. O.; ROSTAGNO, H. S.; BAIÃO, N. C. et al. Avaliação de métodos para estimar energia metabolizável em alimentos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu: **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, 1998, p. 386-389.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO: **Agricultura Brasileira em Números – Anuário 2003**. Disponível em http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_EM_NUMEROS_2003/3.1.02.N.XLS > Acesso em 20 de jul. 2004a.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO: **Agricultura Brasileira em Números – Anuário 2003**. Disponível em http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_EM_NUMEROS_2003/3.1.02.O.XLS > Acesso em 20 de jul. 2004b.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO: **Agricultura Brasileira em Números – Anuário 2003**. Disponível em http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/ESTATISTICAS/AGRICULTURA_EM_NUMEROS_2003/3.1.02.P.XLS > Acesso em 20 de jul. 2004c.
- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte**. Viçosa, MG, UFV, 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L.; LIMA, G. J. M. M. et al. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para rações de aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 5, p. 995-1002, 2000.
- BRUM, P. A. R. & VIOLA, E. S. Tecnologias para medir o valor de energia em ingredientes de rações para aves. In: SIMPÓSIO DE AVANÇOS TECNOLÓGICOS, 9, 1997, Cancún. **Anais...** Cancún, México, 1997, p. 19-30.
- BRUM, P. A. R.; ZANOTTO, D. L.; LIMA, G. J. M. M. Valores de composição bromatológica e da energia metabolizável de ingredientes para rações de aves. **Comunicado Técnico da EMBRAPA/CNPQA**, Concórdia, SC, n. 222, 1998, p. 1-2.

- BRUM, P. A. R.; BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L. et al. Determinação de valores de composição química e da energia metabolizável em farinhas de carne e ossos para aves. **Comunicado Técnico da EMBRAPA/CNPQA**, Concórdia, SC, n. 239, 1999a, p. 1-2.
- BRUM, P. A. R.; LIMA, G. J. M. M.; ZANOTTO, D. L. et al. Composição nutritiva de ingredientes para rações de aves. **Comunicado Técnico da EMBRAPA/CNPQA**, Concórdia, SC, n. 241, 1999b, p. 1-4.
- BRUNIG, D. F. The Greater Rhea chick and egg delivery route. **Natural History**, New York, v. 82, n. 3, p. 68-75, 1973.
- CARVALHO, D. C. O. **Valor nutritivo do milho para aves, submetidos a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento**. Viçosa, MG, UFV, 2002. 78 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) 2002.
- CHOCT, M., ANNISON, G., TRIMBLE, R. Soluble wheat pentosans exhibit different anti-nutritive activities in intact and cecectomized broiler chickens. **Journal Nutrition**. v. 122, p. 2457-2465. 1992.
- COELHO, M. G. R. **Valores energéticos e de triptofano metabolizável de alimentos para aves, utilizando duas metodologias**. Viçosa, MG, UFV, 1983. 77 p. Dissertação (Mestrado) 1983.
- CIDASC. COMPANHIA DE INTEGRAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA DE SANTA CATARINA. **Norma de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do farelo de soja**. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/html/legislacao/legislacao%20produtos/FareloSoja.htm> > Acesso em 30 de maio. 2004.
- D'AGOSTINI, P. **Composição química, energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. Viçosa, MG, UFV, 2001. 64 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- DALE, N., FULLER, H. L. Applicability of the metabolizable energy system in practical feed formulation. **Poultry Science**. v. 61, n. 2, p. 351-356, 1982.
- DANI, S. A **ema (*Rhea americana*): biologia, manejo e conservação**. Belo Horizonte: Fundação Acangau, 1993. 136 p. (Coleção Manejo da Vida Silvestre).
- EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. ed. Documento, 19. Concórdia: EMBRAPA/CNPQA, 1991. 97 p.
- FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, v. 19, n. 1, p. 303 - 308, 1978.
- FERREIRA, D. N. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 66 p. 2000.
- FOWLER, M. Comparative clinical anatomy of Ratites. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 22, n. 2, p. 204-227, 1991.

- GIANNONI, M. L. **Emas & avestruzes: uma alternativa para o produtor rural**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 49 p.
- GIANNONI, M. L. **Criação de emas**. Viçosa: CPT (Manual Técnico), 1997. 48 p.
- GOMES, A. V. C. **Composição química e valores energéticos de alguns alimentos protéicos para frangos de corte em crescimento**. Belo Horizonte, MG, Escola de Veterinária, UFMG, 1984. 43 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1984.
- GUNSKI, R. J. **Análise citogenética e algumas considerações biológicas da espécie *Rhea americana* – Ema (Aves: Rheidae)**. Jaboticabal, SP, UNESP, 1992. 129 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 1992.
- HILL, F. W. & ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **Journal Nutrition**, Davis, v. 64, n. 3, p. 587-604, 1958.
- JENSEN, J.; JOHSON, J. H.; WEINWER, S. T. **Husbandry and medical management of ostriches, emus and rheas**. S. L.: Wildlife and Exotic Animal TeleConsultants, 1992. 129 p.
- KÖEPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana, 1948. 478p.
- KOTB, A. R. & LUCKEY, T. D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstracts Review**, Wallingford, série B, v. 42, p. 813-845, 1972.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Scott’s Nutrition of the Chicken**. Ed. University Books. 4ª ed. 591 p. 2001.
- LIMA, I. L. Níveis nutricionais utilizados nas rações pela indústria avícola. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG, 1996, p. 389-402.
- LIMA, G. J. M. M. Milho e subprodutos na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, SP. 2001a, p. 13-32.
- LIMA, G. J. M. M. Ingredientes energéticos: trigo e triticales na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, SP. 2001b, p. 33-76.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut Storrs. **Agricultural Experiment Station Research Report**, v. 11, 11 p, 1965.
- McLELLAND, J. Anatomy of the avian cecum. **The Journal of Experimental Zoology**, v. 3, p. 2-9, 1989. Supplement.

- MOOJEN, J.; CANDIDO, J. C. de; SOUZA, H. L. de. Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 36, n. 3, 1941. p. 405-444.
- MUIRHEAD, D. Ratite gastrointestinal physiology, nutrition principles explored. **Feedstuffs**, v. 67, n. 41, p. 12-31, 1995.
- NAGATA, A. K. **Valores energéticos de alguns alimentos, determinados com frangos de corte e por equações de predição**. Lavras, MG, UFLA, 2003. 35 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2003.
- NASCIMENTO, A. H., **Determinação do valor nutritivo de farinha de vísceras e da farinha de penas para aves, utilizando diferentes metodologias**. Viçosa, MG, UFV, 2000. 106 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient Requirements of Poultry**, 9 ed. Washington, National Academy of Sciences, 1994. 155 p.
- NATURA. El avestruz y especies emparentadas: Las ratites. **Enciclopedia de los Animales . Enciclopedia de las Aves**. Barcelona, 1987. p. 18-27.
- NOY, Y. & SKLAN, D. Digestion and absorption in the young chick. **Poultry Science**, v. 74, p. 366 – 373. 1995.
- NUNES, R. V.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 785-793, 2001.
- NUNES, R. V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa, MG. UFV. 2003. 113 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- PENZ JUNIOR, A. M. & BRUGALLI, I. Soja e seus derivados na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, SP. 2001, p. 85-108.
- PENZ JUNIOR, A. M.; KESSLER, A. M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: FACTA, 1999. p. 1-24.
- REINHARDT, J. Bidrag til kundskab om fuglefaunaen brasiliensis campos. **Vidensk. Meddel**, v. 47, n. 8, p. 1-12, 1870.
- RODRIGUES, P. B. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa, MG, UFV, 2000. 203 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

- RODRIGUES, P. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com frangos de corte e galos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1771-1782, 2002.
- ROSTAGNO, H. S. Valores de composição de alimentos e de exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 1990, Piracicaba: **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 1990, p. 11-30.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Composição de alimentos e exigência nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras)**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2000. 141 p.
- ROSTAGNO, H. S. BARBARINO, P. Jr.; BARBOZA, W. A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1, 1996, Viçosa, **Anais...** Viçosa, MG, 1996, p. 361-388.
- SAAD, C. E. P. **Avaliação de alimentos e determinação das necessidades de proteína para manutenção de papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*)**. Belo Horizonte, MG, Escola de Veterinária, UFMG, 2003. 165 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2003.
- SANCHEZ, M. E. **Importância do cálcio e do exercício na prevenção do encurvamento das pernas em filhotes de ema (*Rhea americana*, Linnaeus, 1758) em cativeiro**. Piracicaba, SP, USP, 1996. 71 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1996.
- SARACURA, V. F. **Crescimento inicial e entortamento de pernas de emas (*Rhea maericana*), em cativeiro, sob três níveis de energia na ração**. Piracicaba, SP, USP, 1993. 108 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1993.
- SARTORELLI, S. A. A. **Uso de farinha de carne e ossos em rações de frangos de corte**. Lavras, MG, UFLA, 1998. 54 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 1998.
- SCHNEIDER, B. H. & FLATT, W. P. **The evalution of feeds through digestibility experiments**, The University of Georgia Press, 1975. 423 p.
- SCHUBART, O.; AGUIRRE, A. C.; SICK, H. Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras. **Arquivos de Zoologia**, v. 12, p. 101-102, 1965.
- SIBBALD, I. R. The effect of the feed intake on metabolizable energy values measured with adult roosters. **Poultry Science**, v.54, p.1990–1997, 1975.
- SIBBALD, I. R. A bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v. 55, p. 303–308, 1976.

- SIBBALD, I. R. Metabolic plus endogenous energy and nitrogen losses of adult Cockerels: the correction used in the bioassay for true metabolizable energy. **Poultry Science**, v. 60, p. 805–811, 1981.
- SIBBALD, I. R. & SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 59, p. 1275-1279, 1963.
- SICK, H. **Ornitologia brasileira: uma introdução**. Brasília: Universidade de Brasília, v.1, 1985. p. 129-132.
- SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa, MG, UFV: Imprensa Universitária, 2002. 235 p.
- SILVA, J. B. G. da. **Rheacultura criação de emas: manual prático nutrição, reprodução, manejo e enfermidades**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 144 p.
- SILVA, J. H. V.; SILVA, M. B.; SILVA, E. L. et al. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1912-1918, 2003. (Suplemento 2).
- SOARES, K. R. **Valores energéticos de ingredientes protéicos para frangos de corte na fase pré-inicial**. Lavras, MG, UFLA, 2004. 52 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2004.
- SOUZA, T. C. R. **Alimentos energéticos para frangos de corte: composição química e efeito da idade sobre a metabolização da matéria seca e do conteúdo energético**. Belo Horizonte, MG, Escola de Veterinária, UFMG, 1984. 33 p. Dissertação (Mestrado) 1984.
- SWART, D.; MACKIE, R. I.; HAYES, J. P. Influence of live mass, rate of passage and size of digestion on energy metabolism and fibre digestion in the ostrich (*Struthio camelus* var. domesticus). **South African Journal of Animal Science**, v. 23, n. 5/6, p. 119-126, 1993.
- TORRES, A. F. **Valor energético de sete alimentos e influência do diâmetro geométrico médio do milho para codorna francesa**. Brasília, DF, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UNB, 2003. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, 2003.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Meteorológica**. Viçosa: 2002. n. p.
- VERGARA, P.; JIMINEZ, M.; FERRANDO, C., et al. Age influence on digestive transit time of particulate and soluble markers in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 68, p. 185 - 189, 1989.
- WOLYNETZ, M. S. & SIBBALD, I. R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, v. 63, p. 1386-1399. 1984.

ZONTA, M. C. M. **Valores energéticos de farelos e grãos de soja processados, determinados com frangos de corte e por equações de predição.** Lavras, MG, UFLA, 2004. 44 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2004.