



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

AMANDA CECÍLIA DE SOUSA MEIRELES

**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA ENERGIA METABOLIZÁVEL DA SOJA SEMI-
INTEGRAL EXTRUSADA PARA FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES IDADES**

FORTALEZA

2016

AMANDA CECÍLIA DE SOUSA MEIRELES

EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA ENERGIA METABOLIZÁVEL DA SOJA SEMI-
INTEGRAL EXTRUSADA PARA FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES IDADES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M453e Meireles, Amanda Cecília de Sousa.
Equações de predição para energia metabolizável da soja semi-integral extrusada para frangos de corte em diferentes idades / Amanda Cecília de Sousa Meireles. – 2016.
61 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.
1. Equações de predição. 2. Valores energéticos dos alimentos. 3. Frangos de corte. 4. Soja. I. Título.
CDD 636.08
-

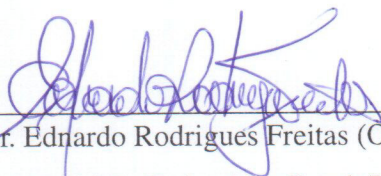
AMANDA CECÍLIA DE SOUSA MEIRELES

EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA ENERGIA METABOLIZÁVEL DA SOJA SEMI-
INTEGRAL EXTRUSADA PARA FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES IDADES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre em Zootecnia.
Área de concentração: Nutrição Animal e
Forragicultura.

Aprovada em: 02 / 09 / 2016.

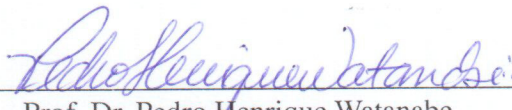
BANCA EXAMINADORA



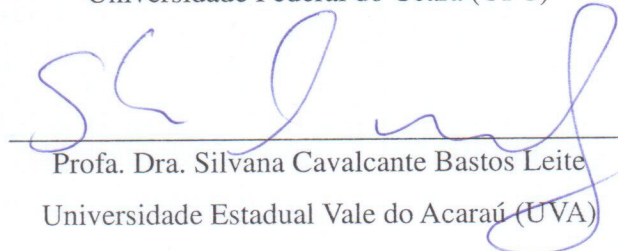
Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Profa. Dra. Silvana Cavalcante Bastos Leite
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

A Deus, fonte de vida e amor.

À minha mãe, Maria Valdeíde de Souza Meireles, por ter permanecido na minha vida mesmo na distância e com o seu apoio me fez acreditar na possibilidade de alcançar mais uma vitória.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, pela proteção, pela força, por todo aprendizado e por me permitir alcançar mais esta glória.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), por oportunizar meu progresso intelectual e pessoal.

Ao Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, pela possibilidade de realização do mestrado acadêmico.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES), pela concessão e manutenção da bolsa de estudo.

Ao Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas, pela orientação, pela dedicação durante o desenvolvimento do projeto e pelos conhecimentos a mim transmitidos.

Aos professores participantes da banca examinadora, Germano Augusto Jerônimo do Nascimento, Pedro Henrique Watanabe e Silvana Cavalcante Bastos Leite, pela disponibilidade, colaboração e sugestões.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da UFC, pela realização das análises químicas, e aos seus funcionários, por serem solícitos e auxiliar nas atividades executadas no laboratório.

Ao Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFC, pelas instalações disponibilizadas para a realização dos experimentos, e aos funcionários do setor, por serem prestativos e colaborar sempre que possível, especialmente ao Cláudio.

Aos funcionários da Fábrica de Ração do Departamento de Zootecnia da UFC, pela contribuição nas atividades realizadas.

Aos estudantes do Curso de Graduação em Zootecnia da UFC, membros do setor de avicultura, pela ajuda oferecida durante as tarefas dos experimentos, zelo e atenção.

À Cirliane de Abreu Freitas, Amanda Karen Santos Rocha, Anna Kayllyny Oliveira Silva, Rafael Dantas Coelho e Cleane Pinho da Silva, por auxiliar prontamente na condução dos experimentos, no cuidado oferecido durante a obtenção dos dados experimentais, pela responsabilidade, por todo apoio e amizade. Minha imensa gratidão!

À amiga, Rita Kelly de Oliveira Pontes, por ter disponibilizado tempo para colaborar nas atividades experimentais, pelo apoio e consideração.

À Jéssica de Carvalho Brito, por toda ajuda nas análises laboratoriais, convivência durante o curso de mestrado, solidariedade e amizade.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, pelas reflexões, compartilhamento do conhecimento, companheirismo e pelo relacionamento de amizade.

Aos integrantes do Núcleo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Avicultura (NEPEAvi), pela cooperação e valiosas instruções.

Aos meus pais, Maria Valdeíde de Souza Meireles e Paulo Roberto Viana Meireles, pelo incentivo e motivação para conclusão do curso de mestrado, pelo amparo e compreensão.

À minha irmã, Syntia Viviane de Sousa Meireles, pelo suporte que foi dado no decorrer desta jornada.

Aos familiares que colaboraram para o meu crescimento profissional e fizeram parte desta etapa importante em minha vida.

A todos que deram sua contribuição para que esta pesquisa fosse desenvolvida.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem sucedidos.”
(Provérbios 16:3)

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa determinar a composição química e os valores energéticos da soja semi-integral extrusada para frangos de corte em diferentes idades, elaborar equações de predição para estimar os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) deste alimento e avaliar o uso dessas equações na formulação de ração para frangos de corte. Foram conduzidos dois experimentos. No primeiro, foram realizados três ensaios de metabolismo, usando o método tradicional de coleta total de excretas, para determinar os valores energéticos do farelo de soja, da soja integral extrusada e da soja semi-integral extrusada com quatro níveis de extrato etéreo (12,2; 13,8; 17,7 e 18,8%). Análises laboratoriais foram realizadas para a determinação da composição química dos alimentos testados, que foi utilizada para a elaboração das equações de predição da EMAn. Os tratamentos consistiram dos seis alimentos e uma ração referência. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos e seis repetições. No primeiro ensaio foram utilizados 336 pintos machos de 8 a 15 dias de idade, com oito aves por repetição. No segundo ensaio foram utilizados 252 frangos machos de 21 a 28 dias de idade, com seis aves por repetição. No terceiro ensaio foram utilizados 168 frangos machos de 35 a 42 dias de idade, com quatro aves por repetição. Os valores de EMAn, em kcal/kg com base na matéria seca, determinados com frangos de 8 a 15, 21 a 28 e 35 a 42 dias de idade foram, respectivamente: 2.557, 2.588 e 2.653 para o farelo de soja; 3.757, 3.808 e 3.895 para a soja integral extrusada; 3.295, 3.301 e 3.425 para a soja semi-integral extrusada com 12,2% de extrato etéreo; 3.444, 3.452 e 3.584 para a soja semi-integral extrusada com 13,8% de extrato etéreo; 3.528, 3.540 e 3.729 para a soja semi-integral extrusada com 17,7% de extrato etéreo; e 3.650, 3.660 e 3.849 para a soja semi-integral extrusada com 18,8% de extrato etéreo. Após determinados os valores de EMAn e a composição dos alimentos, foram obtidas equações de predição, para cada idade das aves, utilizando-se o procedimento Stepwise. Para todas as idades estudadas, a equação de predição comum foi a que continha apenas o teor de extrato etéreo dos alimentos como preditor da EMAn, sendo elas: EMAn - 8 a 15 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.459 +63,62 EE; EMAn - 21 a 28 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.476 +63,82 EE; e EMAn - 35 a 42 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.545 +68,15 EE. No segundo experimento, foi realizado um ensaio de desempenho para avaliar o uso das equações de predição para estimar os valores de EMAn na formulação de rações. Foram distribuídos 390 pintos machos de um dia em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições de 13 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram

em: T1= ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho e óleo e farelo de soja tabelados; T2= ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho tabelado e do farelo de soja e da soja semi-integral extrusada preditos nas diferentes idades; T3= ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho tabelado e da soja semi-integral extrusada preditos nas diferentes idades; T4= ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho tabelado e do farelo de soja e da soja integral extrusada preditos nas diferentes idades; T5= ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho tabelado e da soja integral extrusada preditos nas diferentes idades. Os tratamentos não influenciaram significativamente o consumo de ração e as características de carcaça dos frangos. Entretanto, houve diferença significativa para o ganho de peso e conversão alimentar, sendo as diferenças observadas, apenas, entre as aves alimentadas com os valores de EMAn tabelados e as alimentadas com os valores preditos contendo soja integral extrusada, que apresentaram melhores resultados. Conclui-se que as equações obtidas podem ser utilizadas para estimar o valor de EMAn da soja semi-integral extrusada em função do seu nível de gordura.

Palavras-chave: Aves. Concentrado proteico. Predição da energia. Valor energético.

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the chemical composition and the energy values of the extruded semi-whole soybeans for broilers in different ages, elaborate prediction equations for estimating values of corrected apparent metabolizable energy (AMEn) of this feedstuff and evaluate the use of these equations on the feed formulation for broilers. Two experiments were conducted. In the first, three assays of metabolism were carried out using the traditional method of total excreta collection, to determine the energy values of soybean meal, extruded whole soybean and extruded semi-whole soybeans with four ethereal extract levels (12.2, 13.8, 17.7 and 18.8%). Laboratory tests were conducted to determine the chemical composition of the foods tested, which was utilized to prepare the prediction equations AMEn. The treatments consisted of the six feedstuffs and one reference ration. The birds were distributed on completely randomized experimental design, with seven treatments and six repetitions. In the first assay, it was used 336 broiler chicks males from 8 to 15 days of age, with eight animals by repetition. In the second assay, 252 broiler chicks males from 21 to 28 days of age were used, with six animals by repetition. In the third assay 168 broiler chicks males from 35 to 42 days of age were used, with four animals by repetition. The AMEn values (kcal/kg) based on the dry matter, determined with broiler chicks from 8 to 15, 21 to 28, 35 to 42 days of age were, respectively: 2,557, 2,588 and 2,653 for soybean meal; 3,757, 3,808 and 3,895 for extruded whole soybean; 3,295, 3,301 and 3,425 for extruded semi-whole soybeans 12.2% of ethereal extract; 3,444, 3,452 and 3,584 to extruded semi-whole soybeans 13.8% of ethereal extract; 3,528, 3,540 and 3,729 for extruded semi-whole soybeans 17.7% of ethereal extract; and, 3,660 3,650, and 3,849 for extruded semi-whole soybeans 18.8% of ethereal extract. After certain the AMEn values and composition of feedstuffs, prediction equations were obtained for each age of the birds, using the Stepwise procedure. For all ages studied, the common prediction equation was that which contained only the ethereal extract content of feedstuffs as a predictor of AMEn, which are: AMEn - 8 to 15 days of age - (Kcal/kg DM) = 2.459 +63,62 EE; AMEn - 21 to 28 days of age - (Kcal/kg DM) = 2.476 +63,82 EE; and AMEn - 35 to 42 days of age - (Kcal/kg DM) = 2.545 +68,15 EE. In the second experiment, we conducted a performance assay to evaluate the use of prediction equations for estimating the values of AMEn in formulating diets. 390 male day-old chicks were distributed in completely randomized design, with five treatments and six replications of 13 birds per experimental unit. The treatments consisted in: T1 = diet formulated with AMEn values (kcal/kg of NM) corn oil and soybean meal tabulated; T2 = diet

formulated with AMEn values (kcal/kg of NM) tabulated corn and soybean meal and extruded semi-whole soybeans predicted at different ages; T3 = diet formulated with AMEn values (kcal/kg of NM) tabulated corn and extruded semi-whole soybeans predicted at different ages; T4 = diet formulated with AMEn (kcal/kg of NM) tabulated corn and soybean meal and extruded whole soybean predicted at different ages; T5 = diet formulated with AMEn (kcal/kg of NM) tabulated corn and extruded whole soybean predicted at different ages. The treatments did not affect significantly feed intake and chicken carcass characteristics. However, there was significant difference in weight gain and feed conversion, being these differences observed only between the birds fed with the tabulated AMEn values and that ones which were fed with the predicted values containing extruded whole soybeans, which showed better results. We conclude that the equations obtained can be used to estimate the AMEn value of extruded semi-whole soybeans depending on their level of fat.

Keywords: Birds. Protein concentrate. Energy prediction. Energy value.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição da ração referência para frangos de corte utilizada no primeiro, segundo e terceiro ensaios de metabolismo	29
Tabela 2 – Composição química e energética dos alimentos utilizados para formulação das rações nas diferentes fases experimentais	34
Tabela 3 – Composição das rações experimentais para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade	36
Tabela 4 – Composição das rações experimentais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade	37
Tabela 5 – Composição das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 34 dias de idade	38
Tabela 6 – Composição das rações experimentais para frangos de corte de 35 a 42 dias de idade	39
Tabela 7 – Composição bromatológica e valores de energia bruta do farelo de soja e das sojas integral e semi-integrais extrusadas, expressas com base na matéria seca	41
Tabela 8 – Valores de energia metabolizável do farelo de soja e das sojas integral e semi-integrais extrusadas determinados com frangos de corte em diferentes idades	43
Tabela 9 – Coeficientes de correlação entre as variáveis de composição química e a energia metabolizável aparente corrigida das sojas para frangos de corte em diferentes idades	47
Tabela 10 – Equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida das sojas para frangos de corte em diferentes idades, em função da composição química dos alimentos	48
Tabela 11 – Valores de EMAn determinados e seus respectivos intervalos de confiança, valores de EMAn estimados e correlações de Spearman entre a média dos valores de EMAn determinados com a média da EMAn estimada	50
Tabela 12 – Desempenho de frangos de corte nas diferentes fases de criação recebendo	

rações formuladas com valores energéticos estimados dos ingredientes	51
Tabela 13 – Características de carcaça e peso relativo da moela, intestinos e gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações formuladas com valores de EMAn do farelo de soja e das sojas integral e semi-integral extrusadas estimados pelas equações de predição	53
Tabela 14 – Diferença entre os valores de EMAn dos alimentos tabelados e estimados pelas equações para as diferentes idades	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Soja integral e subprodutos na alimentação das aves	16
2.2	Importância da determinação da composição química dos alimentos	18
2.3	Importância do valor energético dos alimentos para a formulação das rações	20
2.4	Equações de predição dos valores energéticos dos alimentos	23
2.5	Efeito da idade das aves sobre os valores energéticos dos alimentos	25
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Experimento I - Determinação da composição bromatológica e dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos	28
3.2	Elaboração das equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)	32
3.3	Experimento II - Avaliação das equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do farelo de soja e das sojas integral e semi-integral extrusadas na formulação de rações para frangos de corte	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1	Experimento I - Determinação da composição bromatológica e dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos	41
4.2	Equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)	47
4.3	Experimento II - Avaliação das equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do farelo de soja e das sojas integral e semi-integral extrusadas na formulação de rações para frangos de corte	50
5	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição química dos alimentos utilizados na formulação de rações para aves é de grande relevância para que se elaborem rações com níveis nutricionais adequados que atendam as necessidades dos animais e resultem em máximo nível de produção.

Assim como a composição química, a obtenção dos valores de energia dos ingredientes das rações é igualmente determinante para melhorar o desempenho animal, como também, formular rações eficientes evitando o excesso ou a deficiência de nutrientes nas dietas. Mello *et al.* (2009) definem a energia metabolizável (EM) como uma estimativa da energia dietética que está disponível para ser metabolizada pelo tecido animal, e para estimar com precisão os valores de energia metabolizável aparente (EMA), têm-se utilizado a correção pelo balanço de nitrogênio para obtenção da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn).

É sabido que variações na composição química dos alimentos ocorrem devido à existência de alguns fatores, tais como: a fertilidade do solo, o tipo de cultivo, de clima, de regiões e o tipo de processamento pelo qual o alimento é submetido (ALVARENGA *et al.*, 2011; CALDERANO *et al.*, 2010). Desse modo, a utilização de tabelas de composição dos alimentos, nacionais e internacionais não revela a real concentração de nutrientes que um determinado ingrediente expressa; podendo levar às dietas inadequadamente ajustadas, que podem não atender as exigências nutricionais das aves, quando deficiente em algum nutriente, refletindo, conseqüentemente, na manifestação do ótimo potencial produtivo dos animais, além de haver uma maior excreção dos nutrientes no ambiente, quando em excesso, contaminando a água, o solo, e aumentando o custo de produção.

Pelo exposto, é preciso uma realização laboratorial de análises de composição bromatológica dos ingredientes, como também, torna-se essencial a obtenção precisa dos valores de energia metabolizável. Em consequência, vários métodos diretos foram desenvolvidos, por meio de ensaios com uso de aves, objetivando buscar a melhor forma para determinar o valor energético dos alimentos (FREITAS *et al.*, 2006).

Porém, para a determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos, ocorre uma necessidade por recursos, requer tempo e, na maioria das vezes, o trabalho se torna árduo pelo tipo de metodologia empregada na avaliação podendo ser demorada e dispendiosa. Nesse seguimento, diversos trabalhos na literatura têm exposto a obtenção e o possível uso de equações de predição, método indireto e de baixo custo, a partir da qual se

estima de forma rápida e prática a energia metabolizável dos alimentos mediante a sua composição química e física (MARIANO *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2013; SIQUEIRA *et al.*, 2011).

Nas rações para aves à base de milho e farelo de soja, é necessária a adição de óleo buscando atender às exigências energéticas. Entretanto, quando se utilizam as sojas processadas, integral e semi-integral, a energia pode ser atendida, pois esses alimentos, além de ser fonte primariamente proteica das rações, são também fonte de óleo vegetal, apresentando alta concentração energética da dieta. Devido às suas características nutricionais, as sojas podem se tornar, juntamente com os farelos de soja, matéria-prima de amplo uso na formulação de rações para as aves.

A soja semi-integral, resultante do processo de extração parcial do óleo da soja integral, pode apresentar diferentes níveis de gordura em sua composição química. Assim, quando empregada na alimentação, tal alimento possui a vantagem de permitir o melhor ajuste dos ingredientes da ração por meio da sua composição, pois, quando se objetiva regular o nível de adição de energia da ração para diferentes categorias ou diferentes idades das aves, poderá ocorrer a necessidade de retirar o óleo do alimento, e a soja semi-integral, portanto, irá possibilitar a adequação do conteúdo energético em função do seu teor de extrato etéreo.

Desse modo, a adição da soja semi-integral processada na alimentação pode ser uma alternativa economicamente viável, uma vez que, dependendo da disponibilidade e custo dos grãos, podem diminuir os custos de produção com a redução ou eliminação da quantidade de óleo utilizado para suprir a energia das rações.

Diante das colocações apresentadas, objetivou-se com esta pesquisa determinar a composição química e os valores energéticos do farelo de soja, da soja integral extrusada e da soja semi-integral extrusada para frangos de corte em diferentes idades. A partir desses dados, objetivou-se ainda elaborar equações de predição para estimar os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) desses alimentos e avaliar o uso das equações obtidas na formulação de ração para frangos de corte nas diferentes fases de crescimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Soja integral e subprodutos na alimentação das aves

Originada do continente asiático e pertencente à família das leguminosas, a soja (*Glycine max (L.) Merrill*) é um vegetal que contém no seu grão cerca de 36% a 39% de proteína de elevado valor biológico, além de conter níveis de extrato etéreo entre 16% a 21% (EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO *et al.*, 2011).

Esta leguminosa constitui-se como excelente alimento de fonte proteica e, também, tem sua relevância como fonte energética na dieta animal, entretanto, a utilização desse alimento *in natura* nas dietas das aves é limitada, pois várias substâncias prejudiciais que impedem o seu aproveitamento e atuam negativamente sobre o desempenho animal são constituintes naturais das sementes de soja. Os principais fatores antinutricionais presentes na soja são: os inibidores de proteases, que inibem as enzimas digestivas, tripsina e quimotripsina; as lectinas ou hemaglutininas, que promovem a aglutinação dos glóbulos vermelhos; e as saponinas, responsáveis pela ruptura de eritrócitos *in vitro* (NUNES *et al.*, 2001a).

Ao contrário do que se pensava, a soja crua possui também quantidade apreciável de polissacarídeos não amiláceos (PNA) na forma de pectinas, hemiceluloses e dos oligossacarídeos rafinose e estaquinose (OLIVEIRA *et al.*, 2005). Os PNA, além de possuir elevada capacidade de ligar-se a grandes quantidades de água, o que leva a um aumento da viscosidade do conteúdo intestinal, não podem ser digeridos pelas aves, devido à natureza de suas ligações, resistentes à hidrólise no trato digestório, e também reduz a energia do alimento pela dificuldade de digestão da fibra; podendo prejudicar a utilização de todos os outros nutrientes (BRITO *et al.*, 2008).

A desativação dos componentes presentes nos grãos é realizada comumente pela indústria por meio de tratamentos térmicos, como a extrusão, expansão, autoclavagem, tostagem, micronização e a radiação; uma vez que essas substâncias são termolábeis (NUNES *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A extrusão é um tipo de processamento muito eficiente, uma vez que provoca o rompimento da parede celular propiciando maior exposição dos nutrientes e provocando a gelatinização dos componentes amiláceos, a desnaturação das proteínas e o cisalhamento e reestruturação de produtos expandidos dispensando a moagem do produto (NUNES *et al.*,

2001a). Silva (2013) menciona que o processo de extrusão utiliza pressão e temperatura elevadas (30 a 60 atm; 130 a 180°C) em um curto período de tempo (10 a 30 segundos).

Para avaliar a eficácia do tratamento térmico em desativar os constituintes presentes na soja e considerados tóxicos ao organismo animal, alguns métodos podem ser utilizados, como a atividade ureática, comumente correlacionada a efeitos de subaquecimento e a solubilidade proteica, utilizada para verificar superaquecimento dos ingredientes (NUNES *et al.*, 2015). Quantidades de calor insuficiente no processamento não eliminam adequadamente os fatores antinutricionais e o superaquecimento pode resultar na destruição de alguns aminoácidos ou provocar reações que os tornam indigestíveis, reação de Maillard (NUNES *et al.*, 2001a).

Quando submetida a esses processamentos, a soja integral abrange grande quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, sendo 50% destes representados pelo ácido linoleico (JORGE NETTO, 1992), refletindo nos valores de energia metabolizável do grão (FREITAS, 2003). Contudo, tanto o conhecimento preciso de sua composição química, quanto da digestibilidade de seus nutrientes, torna-se fundamental para que esse alimento seja incluído nos programas de alimentação das aves, pois, apesar do conteúdo em aminoácidos da soja ser apreciável, seu valor nutritivo depende ainda da sua digestibilidade biológica (CAFÉ *et al.*, 2000).

A partir da extração do óleo dessa oleaginosa, tem-se a produção de vários subprodutos com aplicação na indústria de ração animal, como o farelo de soja, a soja semi-integral processada, o óleo degomado de soja e o concentrado proteico de soja.

O farelo de soja tornou-se o padrão mundial em comparação às demais fontes de proteína, sendo o seu perfil aminoacídico excelente para a maioria dos tipos de aves (LEESON; SUMMERS, 2008). Os mesmos autores relatam que o nível de proteína no farelo de soja pode ser variável, e isso pode ser um reflexo da grande variedade de sementes e/ou condições de processamento envolvidas na extração de gordura. As qualidades do farelo que o tornam ingrediente preferencial na alimentação de não ruminantes são a alta concentração proteica, o perfil e o nível aminoacídico, especialmente em lisina, e o alto valor energético (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Os farelos de soja mais utilizados na alimentação animal são os que contêm entre 42% a 48% de proteína bruta (EMBRAPA, 1991; NRC, 1994; ROSTAGNO *et al.*, 2011), sendo que os farelos com maior teor de proteína são resultados de uma menor quantidade de casca no grão de soja, ou seja, produzidos a partir de sementes descascadas,

consequentemente, possuem menor teor de fibra. Já aqueles produzidos com grãos providos de casca, apresentam níveis de proteína mais baixos e maior conteúdo de fibras.

A soja semi-integral processada apresenta 40% a 45% de proteína bruta e 8% a 9% de extrato etéreo (ROSTAGNO *et al.*, 2011; SCOTTÁ, 2011), podendo ser ingrediente energético-proteico na produção de rações. A utilização deste alimento na nutrição de aves tem como vantagem a redução na adição de óleos ou gorduras nas dietas, uma vez que a soja semi-integral tem óleo incorporado e, por conseguinte, apresenta maior valor energético que o farelo de soja, usualmente utilizado.

Ludke *et al.* (2004) citam que a soja integral processada, por apresentar as vantagens do farelo, associadas ao elevado valor energético decorrente da presença do óleo no grão, envolve um potencial econômico a ser explorado na produção de não ruminantes. Todavia, como acontece com qualquer ingrediente, a sua taxa de utilização depende da economia, embora no caso da soja tais economias se relacionam com o preço relativo do farelo de soja e de gorduras suplementares (LEESON; SUMMERS, 2008).

2.2 Importância da determinação da composição química dos alimentos

O conhecimento da composição química dos alimentos utilizados para integrar a formulação de dietas de aves é necessário para que se formulem rações balanceadas visando à segurança nutricional dos animais.

É de fundamental importância conhecer o valor nutricional dos alimentos, representado pelo conteúdo de aminoácidos, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos (ROSTAGNO *et al.*, 2007). Esse conhecimento permite a utilização de quantidades corretas de nutrientes, evitando a deficiência ou o excesso de nutrientes nas rações, uma vez que a precisão nos valores de composição química é primordial para que se obtenha maior produtividade dos animais, com menor custo de produção (SCOTTÁ, 2011).

No surgimento da indústria avícola no Brasil e, consequentemente, da indústria de rações, as tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais usadas para formulação de rações, tanto nas indústrias quanto nas instituições de pesquisa, eram tabelas estrangeiras ou tabelas publicadas no país com base em dados de tabelas provenientes do exterior (ROSTAGNO *et al.*, 2011). Apesar do suporte fornecido por tais tabelas, alguns pesquisadores deram início ao desenvolvimento de tabelas brasileiras, as quais disponibilizavam dados referentes à composição química de alimentos produzidos nas condições ambientais da região, com uma das primeiras obras publicadas no ano de 1983,

pela Universidade Federal de Viçosa, recebendo o título de Tabela Brasileira de Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.

Diante de tantas variações na diversidade de alimentos e seus subprodutos, comumente utilizados na formulação de rações de mínimo custo, não é seguro para as indústrias utilizarem os valores de tabelas (QUEIROZ, 2010), pois, embora elas apresentem uma contribuição relevante, precisam ser constantemente atualizadas e completadas com a introdução de alimentos melhorados geneticamente e com novos ingredientes que passam a constituir as rações de aves. Nesse contexto, são necessárias pesquisas para que esses valores sejam constantemente atualizados e as informações disponíveis aos nutricionistas mais precisas (CALDERANO *et al.*, 2010).

As variações observadas nos valores de composição química entre os alimentos estudados ocorrem devido a vários fatores, tais como: as diferentes técnicas de manejo dos cultivares, qualidade do solo, tipo de clima, genética, formas de armazenamento, método de análises e as diferenças nos processamentos a que são submetidos os ingredientes (ALVARENGA *et al.*, 2011; CALDERANO *et al.*, 2010).

Pesquisa para avaliar oito diferentes cultivares de soja integral desativada, quanto à sua composição química, aos valores energéticos e aos coeficientes de metabolizabilidade com pintos em crescimento, foi realizada por Nunes *et al.* (2015). Os autores relataram que as variações observadas das diferentes sojas ocorrem, principalmente, devido à pouca padronização no processamento térmico empregado, com uma variação no teor de proteína bruta entre 35,77% a 43,69% e de extrato etéreo entre 15,44% a 21,85%. Também foi observado variação da EMA e EMAn entre as sojas estudadas e diferenças quanto aos coeficientes de metabolizabilidade.

Comparando a composição química e os valores energéticos de alguns alimentos proteicos para frangos de corte, Scotta *et al.* (2016) observaram uma variação nos valores inerentes à soja e aos subprodutos da soja, indicando que as análises dos alimentos devem ser realizadas com frequência para uma correta formulação das dietas.

Ressalta-se que o uso criterioso de ingredientes utilizados na formulação de rações, além de fornecer os nutrientes necessários em quantidades e proporções adequadas para aves, devem ser selecionados com base na disponibilidade, preço, e qualidade dos nutrientes que contêm (NRC, 1994).

2.3 Importância do valor energético dos alimentos para a formulação das rações

A energia é um componente fundamental na formulação de rações e não é exatamente um nutriente, mas o resultado da oxidação de alguns nutrientes durante o metabolismo animal (NRC, 1994); apresenta-se, portanto, como um produto decorrente da transformação dos nutrientes, pelo metabolismo, sendo um dos fatores mais importantes na produção animal (RODRIGUES *et al.*, 2002).

A obtenção dos valores de energia metabolizável dos alimentos é essencial no cálculo de rações para propiciar o fornecimento de energia em quantidade adequada para as aves, dado que o excesso de energia reduz o consumo de nutrientes considerados essenciais e a deficiência limita o desenvolvimento dos tecidos (ALVARENGA *et al.*, 2013a), caso não ocorra a correção da relação nutriente : energia.

Do ponto de vista de uma dieta nutricional balanceada, a energia é importante devido à sua participação na regulação do consumo (ALVARENGA *et al.*, 2013b). De acordo com Zonta (2004), as exigências nutricionais são estabelecidas conforme o nível de energia metabolizável, pois, quando as aves recebem ração à vontade, o consumo de ração e, principalmente, a conversão alimentar, dependem do nível de energia.

Dentre os constituintes dos alimentos, os carboidratos, os lipídeos, as proteínas (aminoácidos) e parte da fibra são fornecedores de energia para o organismo animal (TURCI, 2011); e o conteúdo energético oriundo desses nutrientes pode ser expresso na forma de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL).

A energia bruta é conceituada como a energia liberada na forma de calor quando o alimento é completamente oxidado a dióxido de carbono e água (NRC, 1994) e sua medição é realizada através de calorímetro. Essa forma de energia indica apenas o total de energia presente no alimento e não a que está disponível para o animal (ALVARENGA, 2009).

Já a energia digestível representa a energia que é absorvida após o processo de digestão dos animais, sendo determinada pela diferença entre a energia bruta do alimento consumido e a energia bruta das fezes (TURCI, 2011), porém, para aves, essa determinação não é usual, pelo fato de elas excretarem fezes e urina juntas (ALVARENGA, 2009).

A forma normalmente utilizada para aves e suínos no Brasil é a energia metabolizável (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007) que pode ser expressa como energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável verdadeira (EMV). Esta forma de representação da energia, além de ser utilizada para avaliar o valor nutritivo dos alimentos, é a

melhor medida para expressar a energia disponível dos alimentos e a energia requerida pelas aves (NASCIMENTO *et al.*, 1998), e a energia metabolizável aparente tem sido comumente aceita e amplamente utilizada para definir os valores energéticos dos alimentos e dietas (LOPEZ; LEESON, 2008).

Alvarenga (2009) discorre que a energia da excreta é composta da energia proveniente de uma fração não assimilada do alimento e de uma fração de origem endógena e independente da dieta. O autor menciona ainda que a energia metabolizável aparente consiste na diferença entre energia consumida e energia da excreta, não considerando que parte desta última seja proveniente de material endógeno. Desse modo, quando se faz a correção pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena tem-se a energia metabolizável verdadeira.

A energia obtida pela diferença entre a energia metabolizável e a energia perdida como incremento calórico é denominada de energia líquida. Essa forma de energia é aquela efetivamente utilizada pelo organismo e pode ser fracionada em energia para manutenção e para produção (ALVARENGA, 2009). O incremento calórico representa, de uma forma geral, toda perda de energia durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes, não sendo usada para os processos produtivos (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Conforme citam Freitas *et al.* (2006), mesmo que exista a preocupação sobre qual metodologia melhor estima o valor de energia dos alimentos para as aves, o conteúdo energético dos alimentos continua sendo expresso em termos de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn), dado que, segundo Nunes (2003), durante um ensaio de metabolismo, é impossível assegurar que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento, tornando-se necessária a correção para o balanço de nitrogênio.

Lopez e Leeson (2008) relatam que os valores de EMA dos ingredientes ou dietas são normalmente corrigidos para retenção de nitrogênio (EMAn) para converter todos os valores para uma base de equilíbrio de nitrogênio para fins comparativos. Segundo Sibbald (1982), na fase de crescimento, as aves utilizam os aminoácidos da ração para formação e deposição proteica, enquanto que, em aves adultas, a deposição proteica é pequena, assim, é usual a correção dos valores energéticos para um balanço de nitrogênio igual a zero, uma vez que o nitrogênio retido no corpo, se catabolizado, é excretado na forma de compostos que contém energia como o ácido úrico.

De acordo com Nery *et al.* (2007), quando os valores de energia metabolizável são determinados em aves em crescimento, é normal que os valores de EMAn sejam menores que

os valores de EMA, pois nesta fase ocorre maior retenção de nitrogênio para que ocorra deposição de tecido proteico, que é mais acentuada quando se faz correção pelas perdas endógenas e metabólicas.

Sistemas de energia são usados para prever os valores de alimentos em relação às exigências de energia para manutenção e produção (LOPEZ; LEESON, 2008). Com a finalidade de alcançar melhores resultados da estimativa dos valores energéticos dos alimentos, pesquisadores desenvolveram diversos métodos, diretos e indiretos, de determinação.

Nos métodos diretos, tais como o método tradicional de coleta total de excretas (SIBBALD; SLINGER, 1963), da alimentação precisa (SIBBALD, 1976) e o método rápido de Farrel (FARREL, 1978), a energia é obtida pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia das excretas (fezes e urina) e dos gases oriundos da digestão. Considerando que a energia perdida na forma de gases nos animais não ruminantes é muito baixa, tem sido desprezada nos cálculos da energia metabolizável (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Freitas *et al.* (2006) avaliaram o efeito da formulação de rações para frangos de corte usando os valores de EM dos alimentos determinados por diversos métodos. Os autores observaram que o desempenho das aves na fase inicial, até 21 dias de idade, foi influenciado pelo método de determinação da EM, obtendo-se melhor ajuste da energia com a ração formulada com os valores de EMAn determinados com pintos. Contudo, na fase final, 21 a 49 dias de idade, e no período total, 1 a 49 dias, somente o ganho de peso e a conversão alimentar foram influenciados pelos métodos de determinação da EM, devendo ser considerado a contribuição energética dos alimentos, usando os valores de EMAn (galos) ou EMVn (galos) para a formulação. Os diferentes sistemas de determinação da EM analisados não influenciaram nas características de carcaças avaliadas.

Os métodos indiretos utilizam equações de predição, as quais são geradas a partir de análises químicas simples do alimento, como fibra bruta, extrato etéreo, proteína bruta, entre outros (QUEIROZ, 2010).

Independente dos métodos aplicados, a avaliação e a determinação da energia contidas nos diversos alimentos que compõem as rações, são indispensáveis para manter sempre atualizadas as tabelas de alimentos, visto que a energia disponível é utilizada em vários processos do organismo animal, como a manutenção e os sistemas produtivos, além de que, o correto uso da energia também se torna essencial para garantir a produtividade e rentabilidade do setor avícola.

2.4 Equações de predição dos valores energéticos dos alimentos

Equação de predição pode ser definida como uma importante ferramenta comumente utilizada para o estabelecimento do valor de uma variável dependente de outras, ou seja, é uma regressão, permitindo estimar o valor dessa variável, num determinado momento do tempo, como uma função de outras variáveis (QUEIROZ, 2010).

A vantagem da utilização das equações de predição envolve a possibilidade em obter os valores energéticos contidos nos alimentos de forma rápida e com baixo custo, visto que, nesse processo, não há a necessidade do uso de animais em ensaios, além de não precisar fazer a medição da energia em bomba calorimétrica.

Para a indústria de rações, o uso de equações é de extrema importância, não somente para determinar o valor energético dos alimentos, mas também para realizar os ajustes necessários de acordo com a variação da composição, principalmente de proteína, gordura e fibra dos ingredientes (ROSTAGNO *et al.*, 2007).

Ost *et al.* (2005) afirmam que a disponibilidade de equações de predição, mediante o uso de parâmetros químicos e físicos dos alimentos para uso prático, tem sido uma importante ferramenta para aumentar a precisão no processo de formulação de rações, de tal forma que possam corrigir os valores energéticos de acordo com as variações da composição química das rações.

No entanto, segundo Zhao *et al.* (2008), vários fatores podem afetar a precisão dos modelos de predição da energia metabolizável, o que influencia, posteriormente, a sua utilização bem sucedida, sendo que um desses fatores é o tamanho da amostra para a análise de regressão, outro é a representatividade de amostras para o ingrediente como um todo.

Sibbald (1982) menciona que muitas equações de predição aparentemente bem ajustadas não respondem satisfatoriamente quando testadas com dados independentes, e um fator contribuinte pode ser a variabilidade das técnicas analíticas, uma vez que as equações são baseadas apenas na composição química de alimentos, não levando em consideração, por exemplo, a idade das aves e a digestibilidade dos nutrientes de cada alimento (ALVARENGA *et al.*, 2013b).

Ainda segundo os referidos autores, nesse caso, uma das críticas das equações de predição é o fato de as proteínas, carboidratos e lipídios serem considerados igualmente digeríveis em todos os alimentos. Dessa forma, é necessário obterem-se informações sobre como os componentes químicos se relacionam com os valores energéticos dos diferentes ingredientes para que correções adequadas sejam propostas (SIQUEIRA *et al.*, 2011).

Para a seleção das melhores equações ajustadas, um dos métodos utilizados na verificação da qualidade dos ajustes é o coeficiente de determinação (R^2), que indica a quantidade de variação da variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes (QUEIROZ, 2010). O mesmo autor explica que, se a correlação entre as variáveis dependentes e independentes fosse perfeita, resultaria em $R^2 = 1$, e, portanto, na comparação de modelos, aquele que apresentar o maior valor de R^2 é considerado melhor.

Existem na literatura várias pesquisas relacionadas à elaboração de equações de predição para estimar os valores energéticos dos alimentos com base na sua composição química (RODRIGUES *et al.*, 2002; SANTOS *et al.*, 2013; SIQUEIRA *et al.*, 2011; ZHAO *et al.*, 2008).

Rodrigues *et al.* (2002) estimaram equações para prever os valores energéticos através da composição química e física da soja e seus subprodutos. Os autores ressaltaram que as equações com mais de uma variável mostraram melhores ajustes, apresentando maiores coeficiente de determinação, sendo que as equações com as variáveis fibra bruta (FB) e extrato etéreo (EE), $EMAn = 2822,2 - 90,13FB + 49,96EE$ ($R^2 = 0,93$), podem ser utilizadas para estimar os valores energéticos desses alimentos.

Estudo realizado por Siqueira *et al.* (2011) apresenta as seguintes equações: EMA (kcal/kg) = $-3517,25 + 79,78 EE + 1,157 EB$ e $EMAn$ (kcal/kg) = $-2909,80 + 71,707 EE + 0,979 EB$, para predição dos valores de energia da torta de babaçu para frangos de corte, as quais foram obtidas quando utilizaram-se duas variáveis, extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), que foram responsáveis por 92% e 97% do total da variabilidade nas estimativas dos valores de EMA e EMAn, respectivamente.

Zonta *et al.* (2006), fazendo inferências dos valores de EMAn determinados em ensaios de metabolismo com aqueles obtidos por equações determinadas em outros estudos, verificaram a aplicabilidade das equações para estimar os valores de energia de farelos e grãos de soja. Conforme os resultados, os autores afirmaram que a equação que melhor estimou os valores energéticos das amostras de farelo de soja foi proposta por Janssen (1989): $EMAn = 37,5PB + 46,39EE + 14,9ENN$; e as equações que melhor estimaram os valores de EMAn das sojas integrais extrusadas, tostadas e micronizadas foram propostas por Rodrigues (2000) e Rodrigues *et al.* (2002): $EMAn = -822,33 + 69,54PB - 45,26FDA + 90,81EE$ e $EMAn = 1822,76 - 99,32FB + 60,50EE + 286,73MM - 52,26AMIDO$.

Avaliando a utilização de equações de predição para prever os valores de EMAn do milho e do farelo de soja que integram as rações de frangos de corte, Alvarenga *et al.* (2013a) relataram que as melhores combinações dos alimentos, resultante do uso de algumas

equações ou de valores *in vivo*, levaram a um adequado balanço de nutrientes ao metabolismo das aves, melhorando o rendimento de carcaça. Também observaram que todas as equações indicadas apresentaram-se melhores em relação ao uso das Tabelas Brasileiras de composição química, resultando em aves com melhor desempenho e rendimento de carcaça, porém, nenhuma foi eficiente como o uso de valores *in vivo*.

É fundamental a realização de estudos no intuito de testar e validar as equações de predição obtidas com o propósito de utilizá-las nos cálculos de rações. Siqueira *et al.* (2011) comentam que a avaliação de modelos de predição pode ser realizada por meio de ensaios biológicos, por simulação ou por comparação de valores preditos com valores observados em situações reais, constituindo uma etapa determinante para verificar a aplicabilidade dos modelos e, além disso, o ideal é que a avaliação dos modelos envolva comparações com resultados de modelos já existentes, em condições diferentes daquelas utilizadas para obter os parâmetros.

2.5 Efeito da idade das aves sobre os valores energéticos dos alimentos

A busca de informações mais precisas sobre os valores de energia das dietas é um fator importante na preparação de rações para as aves (ALVARENGA *et al.*, 2013b). Os valores energéticos dos alimentos têm sido normalmente expressos na forma de energia metabolizável e um dos fatores que podem interferir na sua determinação é a idade das aves utilizadas nos ensaios de metabolismo (CALDERANO *et al.*, 2010), assim como, o alimento, a sua composição química, o nível de inclusão, a metodologia e os fatores antinutricionais possuem efeito sobre a energia metabolizável (ZONTA, 2004).

De acordo com Kato (2005), com o avanço da idade, as aves alcançam maior capacidade de digerir e absorver os nutrientes, apresentando melhor digestibilidade da energia, ocorrendo um aumento dos valores de aproveitamento dos nutrientes em função do desenvolvimento dos órgãos acessórios e do próprio sistema digestivo. A idade das aves também está relacionada com a sua capacidade de usar a fibra, uma vez que as aves adultas têm maior atividade microbiana no ceco (ALVARENGA *et al.*, 2013b).

Esses relatos são confirmados pelos resultados descritos por Brumano *et al.* (2006) que verificaram valores superiores de EMA e EMAn do farelo de algodão em aves com 41 a 50 dias de idade em relação às aves com 21 a 30 dias. Os referidos autores comentam que a diferença encontrada para o farelo de algodão, alimento fibroso, entre os dois períodos estudados, provavelmente, se deve ao fato de que aves mais jovens apresentam

menor capacidade de digestão e absorção das fibras, pois não possuem o sistema digestivo plenamente desenvolvido.

De acordo com Batal e Parsons (2002), durante o desenvolvimento e maturação do sistema digestivo em aves mais jovens, a utilização dos nutrientes dos alimentos pode ser menos eficiente, especialmente durante os primeiros 7 a 10 dias pós-eclosão e a partir dos 14 dias de idade os pintos já são capazes de utilizar eficientemente a energia das dietas.

Conforme Sakomura *et al.* (2004), os menores valores de energia metabolizável determinados nas três primeiras semanas de idade das aves podem ser justificados pelos baixos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo nesse período, assim como pelas baixas atividades da amilase e da lipase, mostrando que nessas fases a capacidade de digestão das aves não está totalmente desenvolvida, limitando o aproveitamento dos nutrientes das dietas, principalmente das gorduras.

Além da variação naturalmente existente na composição dos ingredientes, a utilização de aves com diferentes idades para determinação dos valores energéticos, em sua maioria aves em crescimento ou mesmo adultas, contribui para a variação dos valores observados nas diferentes tabelas utilizadas como referência, tanto nacionais como internacionais; havendo uma necessidade de avaliações constantes para a atualização dos bancos de dados dos ingredientes, levando em consideração as distintas idades (KATO, 2005).

Existem vários trabalhos na literatura apresentando o efeito da idade das aves sobre os valores de energia metabolizável dos alimentos e sobre a digestibilidade dos nutrientes. Mello *et al.* (2009) demonstraram que os valores de EMA e EMAn do farelo de soja, do sorgo, do farelo de arroz integral, das farinhas de penas e do plasma sanguíneo aumentam de acordo com a idade das aves.

Calderano *et al.* (2010), trabalhando com alimentos de origem vegetal para frangos de corte em diferentes idades, concluíram que a variação dos valores de EMA e EMAn obtidos para os alimentos comprova que a utilização de um único valor de energia metabolizável para todas as fases de criação pode levar à superestimativa dos valores, principalmente para aves nas primeiras semanas de idade.

Sousa (2013), em estudo com frangos de crescimento lento em diferentes idades, observou que os alimentos apresentaram maior valor energético quando avaliados com frangos mais velhos.

E, avaliando o efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes, Sakomura *et al.* (2004) argumentaram que o aproveitamento da

energia dos alimentos varia com a idade das aves em função da dependência da atividade enzimática.

Como as aves tendem a apresentar melhor aproveitamento da energia dos alimentos com o avanço da idade, o conteúdo energético das rações pode ficar superestimado para aves em fase inicial ou subestimado para aves na fase final (CALDERANO *et al.*, 2010). Desse modo, torna-se importante a determinação da energia metabolizável nas diferentes idades das aves (MELLO *et al.*, 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento I - Determinação da composição bromatológica e dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no município de Fortaleza, Ceará, no período de novembro a dezembro de 2014.

Para a determinação dos valores de energia metabolizável, foram conduzidos três ensaios de metabolismo usando o método tradicional de coleta total de excretas com frangos de corte nas idades de 8 a 15 dias, 21 a 28 dias e 35 a 42 dias.

Os alimentos avaliados foram: farelo de soja, soja integral extrusada e quatro tipos de soja semi-integral, obtidos da prensagem da soja integral extrusada e se diferenciaram por terem aproximadamente 12,2%; 13,8%; 17,7% e 18,8% de gordura.

As sojas adquiridas pertenciam ao mesmo tipo de cultivo, sendo provenientes do mesmo lote de alimento. Elas receberam tratamento térmico, por meio da técnica de extrusão, para a desativação dos fatores antinutricionais e se diferenciavam em função do teor de extrato etéreo resultante do processo de prensagem mecânica para a extração do óleo, em diferentes níveis, da soja integral extrusada. Tanto a extrusão como a prensagem dos alimentos foi realizada pela empresa Integral Mix, localizada na cidade de Fortaleza, Ceará.

Os tratamentos consistiram em uma ração referência e de seis rações testes contendo os alimentos a serem avaliados. Para cada ensaio de metabolismo, foi utilizada uma ração referência formulada de acordo com as recomendações nutricionais de Rostagno *et al.* (2011), apresentadas na Tabela 1. Na composição das rações testes, os alimentos em avaliação substituíram, com base na matéria natural, 30% da ração referência, devido ao seu elevado conteúdo de proteína bruta.

Tabela 1 – Composição da ração referência para frangos de corte utilizada no primeiro, segundo e terceiro ensaios de metabolismo

Ingredientes (Kg)	1º ensaio	2º ensaio	3º ensaio
Milho	42,71	39,06	61,78
Sorgo	15,00	20,00	0,00
Farelo de soja 46%	13,60	10,50	4,40
Soja extrusada	22,80	25,00	29,50
Farinha de carne 45%	3,20	2,70	2,00
Sal refinado	0,36	0,33	0,20
Calcário calcítico	0,70	0,80	0,70
L-lisina	0,28	0,27	0,20
DL-metionina	0,31	0,31	0,27
L-treonina	0,12	0,10	0,05
Suplemento mineral ¹	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ²	0,05	0,05	0,05
Aditivos promotores de crescimento	0,77 ³	0,79 ⁴	0,76 ⁵
Total	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado			
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3.150	3.200	3.350
Proteína bruta (%)	22,00	21,00	20,00
Matéria seca (%)	90,04	90,00	90,62
Extrato etéreo (%)	6,61	6,90	7,75
Cálcio (%)	0,73	0,71	0,59
Fósforo disponível (%)	0,30	0,27	0,21
Sódio (%)	0,18	0,16	0,11
Lisina digestível (%)	1,20	1,15	1,03
Metionina + cistina digestível (%)	0,88	0,86	0,81
Metionina digestível (%)	0,60	0,59	0,55
Treonina digestível (%)	0,83	0,79	0,72
Triptofano digestível (%)	0,22	0,22	0,20

¹Composição por kg do produto: Ferro – 50,00 g; Cobre – 12,00 g; Manganês – 60,00 g; Zinco – 50,00 g; Iodo – 1.000,00 mg; ²Composição por kg do produto: Selênio – 400,00 mg; Vit. A – 20.000.000,00 UI; Vit. D3 – 5.000.000,00 UI; Vit. E – 100.000,00 UI; Vit. K3 – 6.000,00 mg; Vit. B1 – 7.000,00 mg; Vit. B2 – 15,00 g; Niacina – 80,00 g; Ácido pantotênico – 30,00 g; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 4.000,00 mg; Biotina – 200,00 mg; Vit. B12 – 36.000,00 mcg; ³Composição por kg do produto: Bicarbonato de sódio – 119 g; Mintrex CU 15% - 26 g; Mintrex ZN 16% - 12 g; Mintrex MN 13 % - 10 g; Aderex – 301 g; Hy-D premix 250 – 26 g; Cloreto de colina 60% - 75 g; Monteban – 78 g; Nicarbazina 25% - 31 g; Safmannan – 52 g; Spectomix – 9 g; Butipearl – 39 g; Econase XP 25 – 6 g; Quantum – 13 g; Biobond – 195 g; Protain T 102 – 6 g. ⁴Composição por kg do produto: Bicarbonato de sódio – 96 g; Mintrex CU 15% - 25 g; Aderex – 377 g; Cloreto de colina 60% - 74 g; Monteban – 76 g; Nicarbazina 25% - 31 g; Safmannan – 38 g; Stafac 500 – 4 g; Butipearl – 38 g; Econase XP 25 – 6 g; Quantum – 13 g; Biobond – 191 g; Protain T 102 – 6 g; Oxitetraciclina 82,5% - 23 g. ⁵Composição por kg do produto: Bicarbonato de sódio – 156 g; Mintrex CU 15% - 26 g; Aderex – 365 g; Cloreto de colina 60% - 56 g; Coxistac 12% – 72 g; Safmannan – 26 g; Stafac 500 – 4 g; Butipearl – 53 g; Econase XP 25 – 7 g; Quantum – 13 g; Biobond – 199 g; Protain T 102 – 7 g; Oxitetraciclina 82,5% - 16 g.

Inicialmente, 400 pintos de corte machos, da linhagem Ross AP95 de 1 dia de idade e peso médio de 45,5 g, foram alojados em galpão de alvenaria e criados em círculos de proteção, onde contaram com uma fonte de calor, bebedouros do tipo copo pressão e comedouros do tipo bandeja e tubular infantil. As aves receberam uma ração pré-inicial formulada segundo recomendações de Rostagno *et al.* (2011).

No primeiro ensaio, foram utilizados 336 pintos com 8 dias de idade e peso médio de 202 g. No segundo ensaio, foram utilizados 252 frangos com 21 dias de idade e peso médio de 941 g. E no terceiro ensaio, foram utilizados 168 frangos com 35 dias de idade e peso médio de 2.298 g.

Em cada ensaio, as aves foram pesadas, selecionadas com base no peso corporal para formar as parcelas experimentais, conforme recomendações de Sakomura e Rostagno (2007), transferidas para um galpão de alvenaria onde foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, contendo bebedouros do tipo nipple e comedouros do tipo calha, e distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e seis repetições, sendo oito, seis e quatro aves por unidade experimental, no primeiro, segundo e terceiro ensaio, respectivamente.

Ao final do primeiro e segundo ensaios, as aves foram reagrupadas com as aves remanescentes e foram manejadas e alimentadas com ração específica de cada fase até o momento de serem pesadas e distribuídas nas parcelas experimentais do próximo ensaio.

Em todos os ensaios, o período experimental foi de sete dias. Nesse período, três dias foram de adaptação às condições experimentais e quatro dias foram de coleta total das excretas. A água e a ração foram oferecidas à vontade durante todo o período experimental, sendo os comedouros abastecidos no início da manhã (8 horas) e no final da tarde (16 horas).

A variável ambiental temperatura, no interior do galpão, foi mensurada por intermédio de termômetro de máxima e mínima, disposto aleatoriamente entre as gaiolas de metabolismo, seus dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas duas vezes ao dia, às 8 horas e às 16 horas. No final dos períodos experimentais, foram calculadas as médias das temperaturas registradas, que foram de 32,33°C e 28,0°C, para máxima e mínima, respectivamente.

Para a coleta das excretas, sob as gaiolas, foram instaladas bandejas de alumínio previamente revestidas com plástico para evitar perdas. A identificação das excretas provenientes dos alimentos em avaliação foi realizada com a adição de 1% de óxido férrico nas rações, no primeiro e no último dia de coleta. As coletas de excretas foram realizadas duas vezes ao dia, às 8 horas e às 16 horas, para evitar fermentações. Uma vez coletadas, as excretas foram acondicionadas em baldes plásticos com tampas, devidamente pesados e identificados por repetição e, então, armazenadas em freezer.

No final do período experimental, foram determinadas as quantidades totais de ração consumida e de excreta produzida. Após o descongelamento à temperatura ambiente, as excretas de cada repetição foram homogeneizadas para a retirada de uma alíquota que foi seca

em estufa de ventilação forçada a 55° C, por 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo faca, com peneira de 16 mash com crivos de 1mm, embaladas e encaminhadas ao laboratório, junto com as amostras das rações experimentais, para a determinação da matéria seca (MS), nitrogênio (N), proteína bruta (PB), seguindo a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), e energia bruta (EB), determinada em bomba calorimétrica adiabática.

Para cada alimento foram determinados os valores de MS, N, PB, EB, extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM) conforme as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002).

Os valores de energia bruta das rações, das excretas e dos alimentos foram determinados em uma bomba calorimétrica modelo IKA C200; e o nitrogênio, pelo método de Kjeldahl. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC.

Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram determinados conforme as equações propostas por Matterson *et al.* (1965).

$$\text{EMA da RT ou RR} = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{MS ingerida}}$$

$$\text{EMAn da RT ou RR} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} \pm 8,22 \cdot \text{BN})}{\text{MS ingerida}}$$

Em que:

RT = ração teste;

RR = ração referência;

EB = energia bruta;

BN = balanço de nitrogênio = N ingerido - N excretado

MS = matéria seca;

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS, 2000). Os parâmetros avaliados nos ensaios de metabolismo foram analisados segundo um modelo fatorial (6 alimentos x 3 idades das aves). A comparação entre as médias foi feita pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.

3.2. Elaboração das equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)

Após determinada a composição bromatológica dos alimentos e obtidos os valores energéticos, EMA e EMAn, determinados no primeiro, segundo e terceiro ensaios; foram elaboradas equações de predição da EMAn dos alimentos para cada idade das aves, utilizando os dados de sua composição química.

O ajuste do modelo de regressão linear múltipla foi feito pelo Proc Reg do sistema Statistical Analysis System (SAS, 2000), em que foi considerado o seguinte modelo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \varepsilon_i,$$

Em que:

Y_i = refere-se ao valor da EMAn do alimento, determinado em ensaio metabólico, no i-ésimo estudo;

X_{i1} ; ...; X_{i4} = representam as variáveis de composição química do alimento, no i-ésimo estudo, sendo, respectivamente, PB, EE, FDN e FDA;

ε_i = representa o erro associado à i-ésima observação, assumido normal e independentemente distribuído, com média 0 e variância $\sigma^2_{i..}$.

Para avaliar a importância das variáveis de composição química sobre o valor de EMAn do alimento, foi estimado o coeficiente de determinação parcial de cada variável (Tipo II) no modelo completo e foi adotado o procedimento de seleção de equações ajustadas denominado *stepwise* (DRAPER; SMITH, 1981). Nesse procedimento, depois de cada etapa de incorporação de uma variável, há uma etapa em que uma das variáveis anteriormente selecionadas pode ser descartada e o procedimento finaliza quando nenhuma variável é incluída ou descartada.

Objetivando comparar os valores de EMAn estimados, através das equações de predição com os valores obtidos diretamente no ensaio metabólico, foram utilizados os dados da composição centesimal dos 6 alimentos testados para o cálculo da EMAn.

Para se verificar a aplicabilidade das equações obtidas, foi realizada uma análise de correlação (Correlações de Spearman), verificando a correlação existente entre os valores energéticos determinados e os valores energéticos estimados por meio das equações de predição e a correlação existente entre as equações. Além da análise de correlação, foram

estimados os intervalos de confiança (IC) para as médias dos valores energéticos (EMAn) dos alimentos, obtidos no ensaio metabólico. Os valores calculados pelas equações de predição foram, então, comparados com o IC de cada alimento.

As análises estatísticas foram feitas através do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2000), considerando como tratamentos os valores de EMAn determinados no ensaio metabólico e os valores de EMAn estimados pelas equações de predição.

3.3. Experimento II - Avaliação das equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do farelo de soja e das sojas integral e semi-integral extrusadas na formulação de rações para frangos de corte

O estudo foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no município de Fortaleza, Ceará, no período de novembro de 2015 a janeiro de 2016.

Utilizou-se um galpão de alvenaria com dimensões de 15m x 10m, coberto por telhas de barro, piso cimentado com cama de maravalha sobre ele, pé direito com 3,5 m, orientação longitudinal no sentido leste-oeste e dotado de 48 boxes de 1,5m x 1,0m.

Foram alojados 390 pintos de corte machos, da linhagem Ross, com 1 dia de idade e peso médio de 43,23 g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições de 13 aves por unidade experimental. Para formar as parcelas experimentais, as aves foram selecionadas com base no peso corporal de forma a obter parcelas com menor variação de peso, conforme as recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) para a montagem de ensaios com aves.

O programa de alimentação consistiu de quatro fases: pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 34 dias) e final (35 a 42 dias). Para o cálculo das rações experimentais, consideraram-se as exigências nutricionais propostas por Rostagno *et al.* (2011) para frangos de corte machos de alto desempenho e os valores nutricionais dos ingredientes apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química e energética dos alimentos utilizados para formulação das rações nas diferentes fases experimentais

Constituintes ¹	Alimentos				
	Óleo de soja	Milho	FS	SSIE	SIE
Matéria seca (%)	99,6 ²	90,39 ³	89,39 ³	92,00 ³	93,49 ³
Proteína bruta (%)	-	9,47 ³	43,64 ³	43,08 ³	38,14 ³
Extrato etéreo (%)	99,6 ²	3,77 ⁴	1,88 ³	13,12 ³	20,79 ³
EMAn (kcal/kg)	8.790 ²	3.493 ⁴	2.270 ⁴	2.858 ⁴	3.544 ⁴
EMAn 1 a 21 dias(kcal/kg)	-	-	2.318 ⁷	3.098 ⁷	3.622 ⁷
EMAn 22 a 34 dias(kcal/kg)	-	-	2.334 ⁷	3.116 ⁷	3.642 ⁷
EMAn 35 a 42 dias(kcal/kg)	-	-	2.404 ⁷	3.236 ⁷	3.796 ⁷
Cálcio (%)	-	0,03 ⁴	0,24 ⁴	0,25 ⁴	0,24 ⁴
Fósforo disponível (%)	-	0,06 ⁴	0,22 ⁴	0,38 ⁴	0,34 ⁴
Sódio (%)	-	0,02 ⁴	0,02 ⁴	0,01 ⁴	0,01 ⁴
Lisina digestível (%)	-	0,22 ⁵	2,48 ⁶	2,40 ⁶	2,12 ⁶
Metionina digestível (%)	-	0,17 ⁵	0,54 ⁶	0,52 ⁶	0,46 ⁶
Metionina + Cistina digestível (%)	-	0,34 ⁵	1,09 ⁶	1,05 ⁶	0,93 ⁶
Treonina digestível (%)	-	0,31 ⁵	1,52 ⁶	1,49 ⁶	1,31 ⁶
Triptofano digestível (%)	-	0,06 ⁵	0,57 ⁶	0,56 ⁶	0,49 ⁶
Arginina digestível (%)	-	0,39 ⁵	3,05 ⁶	2,97 ⁶	2,62 ⁶
Glicina + Serina digestível (%)	-	0,70 ⁵	3,77 ⁶	3,77 ⁶	3,33 ⁶
Valina digestível(%)	-	0,38 ⁵	1,89 ⁶	1,86 ⁶	1,64 ⁶
Isoleucina digestível (%)	-	0,28 ⁵	1,85 ⁶	1,81 ⁶	1,60 ⁶
Leucina digestível (%)	-	1,04 ⁵	3,07 ⁶	3,00 ⁶	2,65 ⁶
Histidina digestível (%)	-	0,25 ⁵	1,08 ⁶	1,04 ⁶	0,92 ⁶
Fenilalanina digestível (%)	-	0,39 ⁵	2,09 ⁶	2,00 ⁶	1,77 ⁶
Fenilalanina + Tirosina digestível (%)	-	0,67 ⁵	3,57 ⁶	3,39 ⁶	2,99 ⁶

FS = farelo de soja; SSIE = soja semi-integral extrusada; SIE = soja integral extrusada; ¹Valores expressos na matéria natural; ²Rostagno *et al.* (2011); ³Determinados pelo autor; ⁴Calculados com base na composição da tabela (Rostagno *et al.*, 2011) em função do teor de MS determinado pelo autor; ⁵Estimados em função da proteína bruta do milho pela equação proposta por Rostagno *et al.* (2011); ⁶Estimados em função da proteína bruta do farelo de soja, soja semi-integral e soja integral extrusada pela equação proposta por Rostagno *et al.* (2011); ⁷Estimados pelas equações de predição do valor de EMAn determinadas para as diferentes idades: EMAn - 8 a 15 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.459 +63,62 EE; EMAn - 21 a 28 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.476 +63,82 EE; e, EMAn - 35 a 42 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.545 +68,15 EE.

As rações experimentais, para cada fase de criação, foram formuladas com valores de EMAn do farelo de soja, da soja integral extrusada e da soja semi-integral extrusada estimados pelas equações de predição obtidas nas diferentes idades, e com valores de EMAn dos alimentos obtidos por meio da tabela apresentada por Rostagno *et al.* (2011). Os tratamentos ficaram assim definidos:

T1: Ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho, do óleo e do farelo de soja descritos nas Tabelas Brasileiras (Rostagno *et al.*, 2011);

T2: Ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho descritos nas Tabelas Brasileiras (Rostagno *et al.*, 2011), e do farelo de soja e da soja semi-integral extrusada estimados pelas equações nas diferentes idades;

T3: Ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho descritos nas Tabelas Brasileiras (Rostagno *et al.*, 2011), e da soja semi-integral extrusada estimados pelas equações nas diferentes idades;

T4: Ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho descritos nas Tabelas Brasileiras (Rostagno *et al.*, 2011), e do farelo de soja e da soja integral extrusada estimados pelas equações nas diferentes idades;

T5: Ração formulada com os valores de EMAn (kcal/kg de MN) do milho descritos nas Tabelas Brasileiras (Rostagno *et al.*, 2011), e da soja integral extrusada estimados pelas equações nas diferentes idades;

As composições das rações experimentais utilizadas em cada fase de criação encontram-se nas Tabelas 3, 4, 5 e 6. Para cada fase, as rações foram formuladas para serem isonutrientes e isoenergéticas.

Durante todo o período experimental, as aves receberam ração e água à vontade e foram submetidas a 24 horas de luz por dia. Os boxes foram equipados com um comedouro tubular infantil e um bebedouro pendular, sendo que, aos 14 dias de idade das aves, os comedouros foram substituídos por comedouros para a fase adulta.

Para o monitoramento ambiental, os dados de temperatura e de umidade relativa do ar foram registrados diariamente e as leituras realizadas duas vezes ao dia, às 8 horas e às 16 horas, com o auxílio de um termohigrômetro digital. No final do período experimental, foram calculadas as médias das temperaturas máxima e mínima e as médias da umidade relativa do ar. Durante o experimento, as médias das temperaturas registradas foram de 31,69°C e 27,25°C, para máxima e mínima, respectivamente, e o valor médio da umidade relativa do ar foi de 68,74%.

Tabela 3 – Composição das rações experimentais para frangos de corte de 1 a 7 dias de idade

Ingredientes (kg)	Controle	FS + SSIE ¹	SSIE ²	FS + SIE ³	SIE ⁴
Milho	57,49	51,65	46,38	44,30	31,49
Farelo de soja	37,40	18,78	0,00	18,91	0,00
Soja semi-integral extrusada	0,00	20,15	40,29	0,00	0,00
Soja integral extrusada	0,00	0,00	0,00	24,50	49,38
Fosfato bicálcico	1,91	1,94	1,98	1,91	1,90
Calcário calcítico	0,88	0,85	0,82	0,86	0,83
Sal comum	0,51	0,51	0,52	0,52	0,53
DL-metionina	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39
L-lisina HCL	0,35	0,34	0,33	0,31	0,27
L-treonina	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
L-triptofano	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Suplemento mineral ⁵	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ⁶	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Anticoccidiano	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,73	5,03	8,90	7,95	14,82
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960
Proteína bruta (%)	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
Matéria seca (%)	90,25	91,09	91,87	91,08	91,89
Extrato etéreo (%)	2,73	4,85	6,98	7,03	11,42
Cálcio (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina digestível (%)	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Metionina + cistina digestível (%)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Metionina digestível (%)	0,65	0,66	0,66	0,66	0,67
Treonina digestível (%)	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Triptofano digestível (%)	0,25	0,23	0,23	0,26	0,26

¹FS + SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja semi-integral extrusada;

²SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja semi-integral extrusada; ³FS + SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja integral extrusada; ⁴SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja integral extrusada; ⁵Composição por Kg do produto: Ferro – 50,00 g; Cobre – 12,00 g; Manganês – 60,00 g; Zinco – 50,00 g; Iodo – 1.000,00 mg; ⁶Composição por Kg do produto: Selênio – 400,00 mg; Vit. A – 20.000.000,00 UI; Vit. D3 – 5.000.000,00 UI; Vit. E – 100.000,00 UI; Vit. K3 – 6.000,00 mg; Vit. B1 – 7.000,00 mg; Vit. B2 – 15,00 g; Niacina – 80,00 g; Ácido pantotênico – 30,00 g; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 4.000,00 mg; Biotina – 200,00 mg; Vit. B12 – 36.000,00 mcg;

Tabela 4 – Composição das rações experimentais para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes (kg)	Controle	FS + SSIE ¹	SSIE ²	FS + SIE ³	SIE ⁴
Milho	62,15	57,12	52,36	51,86	38,90
Farelo de soja	33,85	16,98	0,00	19,13	0,00
Soja semi-integral extrusada	0,00	18,20	36,41	0,00	0,00
Soja integral extrusada	0,00	0,00	0,00	19,45	44,63
Óleo de soja	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	1,56	1,59	1,62	1,56	1,55
Calcário calcítico	0,92	0,89	0,86	0,90	0,87
Sal comum	0,48	0,49	0,49	0,49	0,50
DL-metionina	0,30	0,31	0,32	0,32	0,34
L-lisina HCL	0,31	0,30	0,29	0,28	0,24
L-treonina	0,09	0,09	0,10	0,09	0,09
L-triptofano	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Suplemento mineral ⁵	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ⁶	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Anticoccidiano	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,00	3,78	7,27	5,68	12,63
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.050	3.050	3.050	3.050	3.050
Proteína bruta (%)	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20
Matéria seca (%)	90,23	90,97	91,69	90,88	91,70
Extrato etéreo (%)	2,93	4,76	6,69	6,26	10,70
Cálcio (%)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Lisina digestível (%)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Metionina + cistina digestível (%)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Metionina digestível (%)	0,58	0,59	0,59	0,59	0,60
Treonina digestível (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Triptofano digestível (%)	0,23	0,21	0,21	0,24	0,24

¹FS + SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja semi-integral extrusada;

²SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja semi-integral extrusada; ³FS + SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja integral extrusada; ⁴SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja integral extrusada;

⁵Composição por Kg do produto: Ferro – 50,00 g; Cobre – 12,00 g; Manganês – 60,00 g; Zinco – 50,00 g; Iodo – 1.000,00 mg; ⁶Composição por Kg do produto: Selênio – 400,00 mg; Vit. A – 20.000.000,00 UI; Vit. D3 – 5.000.000,00 UI; Vit. E – 100.000,00 UI; Vit. K3 – 6.000,00 mg; Vit. B1 – 7.000,00 mg; Vit. B2 – 15,00 g; Niacina – 80,00 g; Ácido pantotênico – 30,00 g; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 4.000,00 mg; Biotina – 200,00 mg; Vit. B12 – 36.000,00 mcg;

Tabela 5 – Composição das rações experimentais para frangos de corte de 22 a 34 dias de idade

Ingredientes (kg)	Controle	FS + SSIE ¹	SSIE ²	FS + SIE ³	SIE ⁴
Milho	65,70	63,19	59,04	57,29	47,23
Farelo de soja	29,90	14,77	0,00	14,76	0,00
Soja semi-integral extrusada	0,00	15,84	31,67	0,00	0,00
Soja integral extrusada	0,00	0,00	0,00	19,44	38,88
Óleo de soja	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	1,34	1,37	1,40	1,34	1,34
Calcário calcítico	0,87	0,85	0,82	0,85	0,83
Sal comum	0,46	0,46	0,47	0,46	0,47
DL-metionina	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31
L-lisina HCL	0,32	0,32	0,31	0,29	0,26
L-treonina	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09
L-triptofano	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00
Suplemento mineral ⁵	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ⁶	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Anticoccidiano	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,00	2,57	5,62	4,92	10,33
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta (%)	19,80	19,80	19,80	19,80	19,80
Matéria seca (%)	90,32	90,84	91,46	90,85	91,49
Extrato etéreo (%)	3,70	4,63	6,31	6,38	9,81
Cálcio (%)	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Fósforo disponível (%)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lisina digestível (%)	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Metionina + cistina digestível (%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Metionina digestível (%)	0,55	0,55	0,56	0,56	0,56
Treonina digestível (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Triptofano digestível (%)	0,21	0,20	0,20	0,22	0,22

¹FS + SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja semi-integral extrusada;

²SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja semi-integral extrusada; ³FS + SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja integral extrusada; ⁴SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja integral extrusada;

⁵Composição por Kg do produto: Ferro – 50,00 g; Cobre – 12,00 g; Manganês – 60,00 g; Zinco – 50,00 g; Iodo – 1.000,00 mg; ⁶Composição por Kg do produto: Selênio – 400,00 mg; Vit. A – 20.000.000,00 UI; Vit. D3 – 5.000.000,00 UI; Vit. E – 100.000,00 UI; Vit. K3 – 6.000,00 mg; Vit. B1 – 7.000,00 mg; Vit. B2 – 15,00 g; Niacina – 80,00 g; Ácido pantotênico – 30,00 g; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 4.000,00 mg; Biotina – 200,00 mg; Vit. B12 – 36.000,00 mcg;

Tabela 6 – Composição das rações experimentais para frangos de corte de 35 a 42 dias de idade

Ingredientes (kg)	Controle	FS + SSIE ¹	SSIE ²	FS + SIE ³	SIE ⁴
Milho	70,72	67,43	63,59	61,93	52,59
Farelo de soja	25,55	12,71	0,00	12,71	0,00
Soja semi-integral extrusada	0,00	13,69	27,38	0,00	0,00
Soja integral extrusada	0,00	0,00	0,00	16,92	33,83
Óleo de soja	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	1,14	1,16	1,18	1,14	1,13
Calcário calcítico	0,78	0,76	0,73	0,76	0,74
Sal comum	0,44	0,45	0,45	0,45	0,46
DL-metionina	0,26	0,27	0,28	0,27	0,29
L-lisina HCL	0,35	0,35	0,34	0,32	0,29
L-treonina	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
L-triptofano	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00
Suplemento mineral ⁵	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico ⁶	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Anticoccidiano	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Inerte	0,00	2,84	5,68	5,16	10,33
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional e energético calculado					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Proteína bruta (%)	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
Matéria seca (%)	90,30	90,81	91,36	90,85	91,44
Extrato etéreo (%)	3,43	4,47	5,91	5,99	8,95
Cálcio (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lisina digestível (%)	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
Metionina + cistina digestível (%)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Metionina digestível (%)	0,51	0,52	0,52	0,52	0,53
Treonina digestível (%)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Triptofano digestível (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,20

¹FS + SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja semi-integral extrusada;

²SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja semi-integral extrusada; ³FS + SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja integral extrusada; ⁴SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja integral extrusada;

⁵Composição por Kg do produto: Ferro – 50,00 g; Cobre – 12,00 g; Manganês – 60,00 g; Zinco – 50,00 g; Iodo – 1.000,00 mg; ⁶Composição por Kg do produto: Selênio – 400,00 mg; Vit. A – 20.000.000,00 UI; Vit. D3 – 5.000.000,00 UI; Vit. E – 100.000,00 UI; Vit. K3 – 6.000,00 mg; Vit. B1 – 7.000,00 mg; Vit. B2 – 15,00 g; Niacina – 80,00 g; Ácido pantotênico – 30,00 g; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 4.000,00 mg; Biotina – 200,00 mg; Vit. B12 – 36.000,00 mcg;

As variáveis estudadas foram: consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), rendimento (%) de carcaça, peito, coxa mais sobrecoxa, porcentagem de gordura abdominal (%), peso relativo do intestino (%) e peso relativo da moela (%).

As rações fornecidas no início e as sobras no final de cada fase de criação foram pesadas para determinar o consumo de ração. Nesses mesmos períodos, também foram realizadas as pesagens das aves de cada parcela para cálculo do ganho de peso médio da parcela, sendo a conversão alimentar calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso de cada unidade experimental. Para efeito de correção dos dados de desempenho, foram anotadas as mortalidades ocorridas no período experimental (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

Ao final do período experimental (42 dias de idade das aves), duas aves, representando a unidade experimental, foram selecionadas para abate e avaliação das características de carcaça. As aves escolhidas foram identificadas individualmente e, após serem submetidas a um jejum alimentar de 12 horas, foram pesadas, abatidas por deslocamento cervical, sangradas, escaldadas (água a 60°C por 3 minutos), depenadas e evisceradas.

As carcaças sem cabeça, pescoço, pés e vísceras foram pesadas para determinação do rendimento de carcaça em relação ao peso corporal da ave em jejum. Posteriormente, as carcaças foram cortadas e as partes pesadas para determinar o rendimento de peito, de coxa mais sobrecoxa e porcentagem de gordura abdominal, que foram calculados em função do peso da carcaça quente. O peso relativo do intestino e da moela foi calculado através da relação entre o peso absoluto do órgão e o peso corporal da ave em jejum.

A análise estatística dos dados foi realizada através do programa Statistical Analyses System (SAS, 2000). Os dados foram analisados pelo procedimento ANOVA dos SAS (2000) segundo um modelo inteiramente casualizado. A comparação das médias entre os tratamentos foi realizada pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento I - Determinação da composição bromatológica e dos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) dos alimentos

Os dados de composição bromatológica do farelo de soja e das sojas integral e semi-integrais extrusadas estão apresentados na Tabela 7. Conforme os resultados, os alimentos apresentaram diferentes valores em suas composições químicas, porém aproximados, quando comparados aos resultados das principais literaturas nacionais (EMBRAPA, 1991; ROSTAGNO *et al.*, 2011).

Tabela 7 – Composição bromatológica e valores de energia bruta do farelo de soja e das sojas integral e semi-integrais extrusadas, expressas com base na matéria seca

Composição ¹	Farelo de soja	Soja integral extrusada	Soja semi-integral extrusada – (% de EE)			
			12,20	13,80	17,72	18,80
MS (%)	87,90	93,30	93,31	93,48	93,64	92,97
EB (kcal/kg)	4.765	5.591	5.211	5.312	5.504	5.573
PB (%)	48,28	38,95	44,65	43,47	41,01	40,88
EE (%)	2,47	21,08	12,20	13,80	17,72	18,80
FDN (%)	14,46	11,29	8,09	9,77	10,71	11,25
FDA (%)	10,12	8,54	8,15	8,16	8,06	8,29
MM(%)	6,60	5,28	5,74	5,75	5,46	5,41

¹MS - matéria seca; EB - energia bruta; PB - proteína bruta; EE - extrato etéreo; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; MM - matéria mineral.

O teor de PB determinado para o farelo de soja foi semelhante aos valores citados pela EMBRAPA (1991), Generoso *et al.* (2008) e Mello *et al.* (2009), e foi inferior aos valores relatados por outros autores (CALDERANO *et al.*, 2010; FREITAS *et al.*, 2005; ROSTAGNO *et al.*, 2011). O valor de EE obtido foi de 2,47%, sendo superior aos valores encontrados na literatura (FREITAS *et al.*, 2005; GENEROSO *et al.*, 2008; MELLO *et al.*, 2009; ROSTAGNO *et al.*, 2011) que variaram de 1,49% a 1,92% de EE. O teor de MM observado foi 13,18% maior que o valor encontrado por Mello *et al.* (2009), entretanto, foi semelhante aos valores obtidos por vários autores (EMBRAPA, 1991; FREITAS *et al.*, 2005; GENEROSO *et al.*, 2008; ROSTAGNO *et al.*, 2011). A FDN foi inferior aos valores citados por Rostagno *et al.* (2011), no entanto, a FDA foi superior aos valores obtidos pelos mesmos autores. O nível de EB foi similar ao encontrado pela EMBRAPA (1991), Freitas *et al.* (2005), Generoso *et al.* (2008), Mello *et al.* (2009) e Rostagno *et al.* (2011).

O valor de PB obtido para a soja integral extrusada foi 7,68% superior ao encontrado por Alvarenga *et al.* (2011), contudo, foi semelhante aos descritos por Freitas *et al.* (2005), Zonta *et al.* (2006), Calderano *et al.* (2010) e Rostagno *et al.* (2011). Os teores de EE e MM determinados foram similares aos encontrados por Alvarenga *et al.* (2011), que foi de 21,25% de EE e 5,45% de MM, e Rostagno *et al.* (2011), sendo 20,37% de EE e 5,11% de MM. Porém, o valor de EE foi 8,16% superior e 9,99% inferior aos valores relatados por Freitas *et al.* (2005) e Zonta *et al.* (2006), respectivamente, e o valor de MM foi 8,52% e 11,36% superior aos determinados pelos mesmos autores. Com relação à FDN e à FDA, os valores determinados nesse trabalho são inferiores aos níveis citados na literatura (ALVARENGA *et al.*, 2011; CALDERANO *et al.*, 2010; ROSTAGNO *et al.*, 2011; ZONTA *et al.*, 2006). Quanto a EB, o valor obtido foi equivalente aos valores encontrados por Freitas *et al.* (2005), Calderano *et al.* (2010) e Rostagno *et al.* (2011), e superior aos valores descritos por Zonta *et al.* (2006) e Alvarenga *et al.* (2011).

Observou-se que, para a composição química das sojas semi-integrais extrusadas, ocorreu variação no teor de óleo e proteína, principalmente, sendo que o aumento da presença de óleo resultou em menor teor de proteína. Os valores das sojas semi-integrais variaram em até 8,44% na PB (40,88% a 44,65%), de 35,11% no EE (12,20% a 18,80%) e de 6,50% na EB (5.211 Kcal/Kg a 5.573 Kcal/Kg). As variações observadas nos valores de proteína bruta estão coerentes com o determinado por Rostagno *et al.* (2011), no entanto, os valores de EE e EB são superiores aos níveis encontrados pelos mesmos autores.

Essa variabilidade encontrada para a composição química dos alimentos determinada nesse estudo, em relação à literatura, já era esperada, pois, de acordo com Ost *et al.* (2005), as regiões geográficas, condições de plantio, fertilidade do solo, variabilidade genética dos cultivares, formas de armazenamento e processamento dos grãos vegetais são fatores que influenciam em sua composição bromatológica e, conseqüentemente, nos valores nutricionais dos alimentos.

Os valores obtidos para EMA e EMAN, expressos na matéria seca e na matéria natural, para o farelo de soja e para as sojas integral e semi-integrais extrusadas determinados com frangos de corte em diferentes idades, são apresentados na Tabela 8.

No presente estudo, observou-se que, entre os fatores avaliados, ingredientes e idade das aves, houve interação significativa apenas para a EMA, indicando que os valores de EMA variaram significativamente entre os ingredientes dependendo da idade dos frangos. Para os valores de EMAN, houve diferenças significativas entre os valores determinados para os ingredientes e as idades dos frangos.

Tabela 8 – Valores de energia metabolizável do farelo de soja e das sojas integral e semi-integrais extrusadas determinados com frangos de corte em diferentes idades

Ingrediente	Idade (dias)			Média
	8 a 15	21 a 28	35 a 42	
EMA (kcal/kg de MS)				
Farelo de soja	2.819Db	3.213Da	3.210Ea	3.080
Soja integral – 21,08 EE	4.059Ab	4.284Aa	4.290Aa	4.211
Semi-integral – 12,20 EE	3.460Cb	3.799Ca	3.809Da	3.689
Semi-integral – 13,80 EE	3.714Bb	3.982Ba	3.990Ca	3.895
Semi-integral – 17,72 EE	3.739Bb	4.030Ba	4.059Ba	3.943
Semi-integral – 18,80 EE	3.851Bb	4.244Aa	4.289Aa	4.128
Média	3.607	3.925	3.941	
ANOVA- Efeitos	<i>p-valor</i>			
Ingrediente	<0,0001			
Idade	<0,0001			
Ingrediente x Idade	0,0420			
Média geral	3.824			
CV ¹ (%)	1,91			
EMAn (kcal/kg de MS)				
Farelo de soja	2.557	2.588	2.653	2.599F
Soja integral – 21,08 EE	3.757	3.808	3.895	3.820A
Semi-integral – 12,20 EE	3.295	3.301	3.425	3.340E
Semi-integral – 13,80 EE	3.444	3.452	3.584	3.493D
Semi-integral – 17,72 EE	3.528	3.540	3.729	3.599C
Semi-integral – 18,80 EE	3.650	3.660	3.849	3.719B
Média	3.372b	3.391b	3.522a	
ANOVA- Efeitos	<i>p-valor</i>			
Ingrediente	<0,0001			
Idade	<0,0001			
Ingrediente x Idade	0,3956			
Média geral	3.428			
CV ¹ (%)	1,92			
EMAn (kcal/kg de MN)				
Farelo de soja	2.248	2.275	2.332	2.285F
Soja integral – 21,08 EE	3.505	3.552	3.634	3.564A
Semi-integral – 12,20 EE	3.074	3.080	3.196	3.117E
Semi-integral – 13,80 EE	3.220	3.228	3.350	3.266D
Semi-integral – 17,72 EE	3.303	3.315	3.492	3.370C
Semi-integral – 18,80 EE	3.393	3.403	3.578	3.458B
Média	3.124b	3.142b	3.264a	
ANOVA- Efeitos	<i>p-valor</i>			
Ingrediente	<0,0001			
Idade	<0,0001			
Ingrediente x Idade	0,3401			
Média geral	3.177			
CV ¹ (%)	1,90			

EMA - energia metabolizável aparente; EMAn - energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; EE - extrato etéreo; MS - matéria seca. ¹CV - coeficiente de variação.

Na coluna, médias seguidas de letras maiúsculas distintas indica diferença entre os ingredientes (Teste SNK, 5%).

Na linha, médias seguidas de letras minúsculas distintas indica diferença entre as idades (Teste SNK, 5%).

Com o desdobramento da interação, verificou-se que, na idade de 8 a 15 dias, o farelo de soja (FS) foi o alimento que apresentou o menor valor de EMA em relação à soja integral extrusada (SIE) e às sojas semi-integrais extrusadas (SSIE). A SIE apresentou o maior valor de EMA que as SSIE. Entre as SSIE, a SSIE-12,2% de EE apresentou o menor valor de EMA em relação às demais, enquanto, a SSIE-18,8% de EE, a SSIE-17,72% de EE e a SSIE-13,8% de EE não diferiram entre si quanto ao valor de EMA.

Já, na idade de 21 a 28 dias, o farelo de soja apresentou o menor valor de EMA em relação à soja integral extrusada e às sojas semi-integrais extrusadas, enquanto a SSIE-12,2% de EE apresentou o menor valor de EMA em relação às demais SSIE e a SIE. A SSIE-13,8% de EE e a SSIE-17,72% de EE apresentaram resultados semelhantes, porém apresentaram menores valores que a SSIE-18,8% de EE e a SIE, as quais não diferiram entre si.

Observou-se que, na idade de 35 a 42 dias, as sojas SIE e SSIE-18,8% de EE apresentaram maior valor de EMA que as outras SSIE e o farelo de soja, não havendo diferença significativa entre si. As SSIE-17,72% de EE, SSIE-13,8% de EE e SSIE-12,2% de EE foram significativamente diferentes entre si, sendo o maior valor de EMA obtido para a SSIE-17,72% de EE e o menor valor para a SSIE-12,2% de EE. Entre todos os alimentos avaliados, o farelo de soja apresentou o menor valor de EMA.

Entre as idades, verificou-se que, para todos os alimentos, os valores de EMA foram significativamente menores na idade de 8 a 15 dias, não havendo diferenças significativas entre os valores determinados nas idades de 21 a 28 e 35 a 42 dias.

Para a EMAn, observou-se que os valores determinados para o farelo de soja foram menores e, à medida que o teor de lipídios dos alimentos foi aumentando, os valores de EMAn foram aumentando para as sojas SSIE e SIE; sendo que o maior valor foi obtido para a SIE.

Analisando o efeito da idade, verificou-se que os valores de EMAn determinados na idade de 8 a 15 dias e 21 a 28 dias não diferiram significativamente, no entanto foram significativamente menores que os determinados na fase de 35 a 42 dias.

Entre os nutrientes que podem influenciar nos valores energéticos, o teor de proteína bruta e extrato etéreo e a composição dos ácidos graxos e minerais são os fatores que mais colaboram para as variações (NUNES *et al.*, 2005). A redução nos valores de energia metabolizável do farelo de soja, assim como das sojas semi-integrais extrusadas, comparados aos da soja integral extrusada, pode ser associado ao aumento no teor de fibra e concentração de polissacarídeos não amiláceos e redução da gordura do alimento com o processamento para

a extração do óleo da soja integral. Os polissacarídeos não amiláceos presentes na fibra dos grãos agem no trato gastrointestinal, tornando inacessíveis os nutrientes que se encontram no interior das células, impedem o acesso de enzimas digestivas necessárias para a sua degradação e, além disso, são capazes de reter água, provocando gelatinizações que dificultam a digestão e reduzem a absorção dos nutrientes (ALVARENGA *et al.*, 2013b).

Em estudo realizado com vários cultivares de soja integral desativada, Nunes *et al.* (2015) consideraram que as variações ocorridas nos valores de composição química e de energia metabolizável dos alimentos corresponde, principalmente, à pouca padronização das condições de processamento térmico aplicado.

Usualmente, um único valor de energia metabolizável dos alimentos é utilizado para formular as rações das aves; entretanto, a determinação da energia metabolizável nas diferentes idades das aves torna-se importante, pois a digestibilidade de energia aumenta com a idade da ave, fato verificado no presente estudo, quando as médias dos valores de EMAn dos alimentos determinados nas idades de 35 a 42 dias foi 4,26% e 3,72% maior que para frangos de 8 a 15 dias e 21 a 28 dias, respectivamente, demonstrando maior eficiência nas aves mais velhas.

As diferenças nos valores de energia metabolizável, associadas à idade, podem ser explicadas pela necessidade de desenvolvimento e de maturação do sistema digestório em aves jovens, que pode influenciar na utilização dos nutrientes dos alimentos, reduzindo os valores de energia metabolizável (BATAL; PARSONS, 2002).

Sakomura *et al.* (2004) relatam que os menores valores de energia metabolizável determinados nas três primeiras semanas de idade das aves para os diferentes tipos de soja integral processadas podem ser justificados pelos baixos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo nessa fase; assim como, pela dependência da produção das enzimas amilase e lipase, de modo que nesse período a capacidade de digestão das aves não está totalmente desenvolvida, o que limita o aproveitamento dos nutrientes, principalmente gorduras das dietas. Os referidos autores citam ainda que, com a idade dos frangos de corte, o desenvolvimento do pâncreas se completa de modo que aumenta a produção dessas enzimas; melhorando o aproveitamento da energia das sojas testadas.

Assim como na presente pesquisa, Mello *et al.* (2009), determinando os valores de energia metabolizável de alimentos fornecidos às aves de diferentes idades, verificaram que os valores de EMA e EMAn do farelo de soja, obtidos em aves de 10 a 17 dias foram inferiores aos determinados nas fases de 26 a 33 e 40 a 47 dias de idade. Para essas mesmas idades, Calderano *et al.* (2010) observaram que a EMA e EMAn do farelo de soja e da soja

integral foram maiores à medida que aumentava a idade, contudo os valores foram significativamente diferentes apenas para alguns alimentos.

Quando os valores de EMA foram corrigidos pelo balanço de nitrogênio, verificaram-se menores valores de EMAn, o que aconteceu devido à ocorrência do balanço de nitrogênio positivo. Quanto à diferença de resultado entre EMA e EMAn, pode-se inferir que a diferença na proporcionalidade das correções para a energia retida como nitrogênio para um mesmo alimento nas diferentes idades contribui para esse resultado. Entretanto, vale lembrar que o princípio da correção dos valores de energia metabolizável pelo balanço de nitrogênio é exatamente para evitar os efeitos da variação da retenção deste, que naturalmente ocorrem entre as diferentes idades das aves em crescimento. Por sua vez, a variação na energia retida como nitrogênio entre os alimentos é inerente a sua composição, principalmente, ao seu teor de nitrogênio.

Os valores de EMAn do farelo de soja determinados com frangos nas idades de 8 a 15 dias (2.557 kcal/kg de MS) foram superiores aos encontrados por Mello *et al.* (2009), de 1.999 kcal/cal de MS, com frangos de 10 a 17 dias. Quando determinados nas idades de 21 a 28 e 35 a 42 dias, foram semelhantes aos encontrados por Generoso *et al.* (2008), Mello *et al.* (2009) e Rostagno *et al.* (2011). Os farelos de soja podem diferir quanto ao teor de casca, o que interfere, conseqüentemente, nos níveis de fibra e proteína bruta; influenciando o conteúdo de energia metabolizável desse alimento.

Os valores de EMAn da soja integral extrusada, obtidos nos três ensaios, foram semelhantes aos valores descritos por Alvarenga *et al.* (2011) e Rostagno *et al.* (2011), contudo foram superiores aos resultados encontrados por Zonta *et al.* (2006), de 3.569 kcal/kg de MS, Freitas *et al.* (2005), de 3.503 kcal/kg de MS, e Calderano *et al.* (2010) em pesquisa com frangos de corte de 10 a 17 dias de idade (3.536 kcal/kg de MS), de 26 a 33 dias de idade (3.546 kcal/kg de MS) e de 40 a 47 dias de idade (3.624 kcal/kg de MS). Essas diferenças podem ser explicadas pelo processamento térmico utilizado, que pode diminuir a disponibilidade das proteínas e dos carboidratos por reações não enzimáticas, reduzindo a energia disponível para a ave.

Em relação às sojas semi-integrais extrusadas, os valores de EMAn variaram em média 10,19% (3.340 a 3.719 kcal/kg de MS). Em geral, os valores de EMAn das sojas semi-integrais extrusadas determinados nas três idades foram superiores aos verificados por Rostagno *et al.* (2011), de 3.106 kcal/kg de MS. As sojas semi-integrais continham teor de gordura entre 12,2% e 18,8%, sendo que a variação no teor de extrato etéreo interfere no valor

de energia metabolizável dos alimentos, o que pode ser explicado para a diferença observada no valor encontrado na literatura, relatado por Rostagno *et al.* (2011).

4.2 Equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn)

Na avaliação da correlação entre as variáveis de composição bromatológica dos alimentos e os seus valores de EMAn determinados (TABELA 9), observou-se que em todas as idades a EMAn há correlação positiva com o teor de gordura dos alimentos, a qual variou de 96,76% a 98,27%, e negativa com a proporção de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido; variando entre 92,72% a 95,65%, 53,60% a 55,18% e 81,96% a 84,77% respectivamente.

Tabela 9 – Coeficientes de correlação entre as variáveis de composição química e a energia metabolizável aparente corrigida das sojas para frangos de corte em diferentes idades

	EE	PB	FDN	FDA
8 a 15 dias de idade				
EMAn	0,96760*	-0,93720*	-0,55183*	-0,82943*
21 a 28 dias de idade				
EMAn	0,98202*	-0,95646*	-0,53603*	-0,81960*
35 a 42 dias de idade				
EMAn	0,98272*	-0,92715*	-0,54866*	-0,84766*

EE - extrato etéreo; PB - proteína bruta; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; EMAn - energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio. *Significativo a 1%.

Conforme os resultados, o valor de EMAn tende a aumentar com o aumento do teor de gordura e a reduzir com o aumento de proteína e fibra em detergente ácido e neutro dos alimentos. Souza (2009) verificou alta correlação entre o EE e a EMAn estimada para os farelos de soja e sojas processadas, porém a FDN e a FDA também apresentaram correlação positiva com a EMAn, apesar de os valores serem mais baixos. Do mesmo modo, Rodrigues *et al.* (2002) observaram que o EE foi a variável componente das equações definidas que teve correlação alta, 88,55% e 97,88%, com os valores de EMAn e EMVn estimados, respectivamente.

Santos *et al.* (2013) obtiveram correlação positiva entre a EMAn e o teor de EE, e verificaram correlação negativa entre a EMAn e o nível de cinzas, no farelo de algodão. Por outro lado, Siqueira *et al.* (2011) elaboraram equações de predição dos valores de EMA e EMAn da torta de babaçu para frangos de corte e notaram que, além do conteúdo de EE, a EB

e a MS, também se correlacionaram positivamente com os teores de EMA e EMAn, no entanto, o conteúdo de PB não se correlacionou, indicando que a PB não seria expressiva para as correções do conteúdo energético. Conforme exposto por Alvarenga *et al.* (2011), esses resultados podem ser relacionados ao elevado teor de energia do EE em comparação aos outros conteúdos dos alimentos.

Na presente pesquisa, as variáveis combinadas em todas as equações explicaram mais de 93% da variabilidade nos valores de EMAn (TABELA 10). Embora tenha havido correlação entre os valores de EMAn em todas as variáveis de composição dos alimentos, de acordo com os critérios de seleção das variáveis para compor as equações de predição pelo método *Stepwise*, para todas as idades, a equação comum foi a que continha apenas o teor de gordura dos alimentos como preditor da EMAn.

Tabela 10 – Equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida das sojas para frangos de corte em diferentes idades, em função da composição química dos alimentos

Constante	Coeficientes				R ²
	EE	PB	FDN	FDA	
8 a 15 dias de idade					
2.459	63,62	--	--	--	0,9363
-3.091	118,50	111,09	--	--	0,9525
21 a 28 dias de idade					
2.476	63,82	--	--	--	0,9644
2.771	60,55	--	-22,71	--	0,9740
35 a 42 dias de idade					
2.545	68,15	--	--	--	0,9657
3.743	56,99	--	--	-121,38	0,9823
2.912	64,84	20,37	--	-138,10	0,9844
0,697	84,53	50,27	-47,00	--	0,9864

EE - extrato etéreo; PB - proteína bruta; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido; R² - coeficiente de determinação; EMAn (8 a 15 dias de idade) = 2.459 +63,62 EE; EMAn (21 a 28 dias de idade) = 2.476 +63,82 EE; EMAn (35 a 42 dias de idade) = 2.545 +68,15 EE.

Rodrigues *et al.* (2002) verificaram que equações estimadas para prever o conteúdo de EMAn da soja e seus subprodutos para frangos de corte em crescimento, mostraram melhores ajustes com mais de uma variável, sendo que as equações compostas por quatro variáveis apresentaram coeficientes de determinação explicando 94% da variação nos valores de EMAn e os modelos com duas variáveis (EE e FB; EE e FDA) explicaram 93% e 90%, respectivamente, das variações.

Da mesma forma, Souza (2009) observou que equações dos valores energéticos de farelos de soja e sojas processadas com quatro ou mais variáveis no modelo, explicaram 93%

a 99% da variação nos valores de EMAn, enquanto, equações com duas variáveis explicaram 94% a 97% das variações e equações com apenas uma variável explicaram entre 88% a 94% das variações, mostrando que o ajuste de um modelo com uma ou duas variáveis independentes pode ser bem aplicado na estimativa da energia dos alimentos.

Segundo Nunes *et al.* (2001b), as equações de predição da energia metabolizável de um alimento devem ser elaboradas com a inclusão de variáveis com análise de rotina dos laboratórios e com o número de variáveis que permita o menor número de análises laboratoriais para economizar tempo e custos, sem afetar a precisão das estimativas.

Nesse contexto, a utilização das equações contendo apenas o teor de extrato etéreo foi a escolhida para a avaliação, pois as demais equações não apresentaram coeficiente de determinação com diferença superior a 2% em todas as idades.

A avaliação de modelos de predição pode ser realizada por meio de ensaios biológicos, por simulação ou por comparação de valores preditos com valores observados em situações reais, constituindo uma etapa determinante para verificar a aplicabilidade dos modelos (SIQUEIRA *et al.*, 2011). Assim, nessa etapa, as equações foram avaliadas pela comparação dos valores preditos com aqueles determinados nos mesmos estudos utilizados para a parametrização.

Na Tabela 11, estão apresentados os resultados das correlações de Spearman entre a média dos valores de EMAn determinados no ensaio metabólico e a média da EMAn estimadas pelas equações de predição. Observaram-se elevadas correlações entre os valores determinados e aqueles preditos pelas equações para a EMAn em todas as idades, indicando que as equações, de um modo geral, foram bastante precisas.

Entretanto, em nenhuma das idades, as equações estudadas estimaram todos os valores de EMAn dos ingredientes dentro do IC calculado. Como pode ser observado, na fase de 8 a 15 dias de idade, o valor de EMAn da SSIE–13,80% de EE foi subestimado em 65 kcal. Na fase de 21 a 28 dias de idade, os valores de EMAn da SSIE–12,20% de EE e da SSIE–13,80% de EE foram subestimados em 8 e 58 kcal, respectivamente. Na fase de 35 a 42 dias de idade, houve superestimação do valor de EMAn para o farelo de soja e SIE em 4 e 68 kcal, respectivamente. Já para SSIE–12,20% de EE e SSIE–13,80% de EE houve subestimação em 13 e 21 kcal, respectivamente.

Tabela 11 – Valores de EMAn determinados e seus respectivos intervalos de confiança, valores de EMAn estimados e correlações de Spearman entre a média dos valores de EMAn determinados com a média da EMAn estimada

Ingrediente	Valores de EMAn (kcal/kg de MS)			Valor predito	Coeficiente de correlação
	Determinados no ensaio				
	Média	Desvio	IC (95%)		
8 a 15 dias de idade					
Farelo de soja – 2,47 EE	2,557	144,99	2.436 a 2.678	2.616 [♦]	0,987*
Soja integral – 21,08 EE	3,757	65,76	3.688 a 3.826	3.800 [♦]	
Semi-integral – 12,20 EE	3,295	90,75	3.199 a 3.390	3.235 [♦]	
Semi-integral – 13,80 EE	3,444	39,79	3.402 a 3.486	3.337	
Semi-integral – 17,72 EE	3,528	98,42	3.424 a 3.631	3.586 [♦]	
Semi-integral – 18,80 EE	3,650	88,87	3.556 a 3.743	3.655 [♦]	
21 a 28 dias de idade					
Farelo de soja – 2,47 EE	2,588	62,49	2.522 a 2.654	2.634 [♦]	0,990*
Soja integral – 21,08 EE	3,808	72,79	3.731 a 3.884	3.821 [♦]	
Semi-integral – 12,20 EE	3,301	35,62	3.263 a 3.338	3.255	
Semi-integral – 13,80 EE	3,452	35,21	3.415 a 3.489	3.357	
Semi-integral – 17,72 EE	3,540	69,90	3.467 a 3.614	3.607 [♦]	
Semi-integral – 18,80 EE	3,660	41,53	3.616 a 3.703	3.676 [♦]	
35 a 42 dias de idade					
Farelo de soja – 2,47 EE	2,653	53,34	2.597 a 2.709	2.713	0,988*
Soja integral – 21,08 EE	3,895	18,41	3.876 a 3.914	3.982	
Semi-integral – 12,20 EE	3,425	34,44	3.389 a 3.461	3.376	
Semi-integral – 13,80 EE	3,584	73,62	3.506 a 3.660	3.485	
Semi-integral – 17,72 EE	3,729	68,05	3.653 a 3.800	3.753 [♦]	
Semi-integral – 18,80 EE	3,849	23,63	3.824 a 3.873	3.826 [♦]	

EE - extrato etéreo; EMAn - energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; IC - intervalo de confiança; MS - matéria seca; *significativo (P<0,01); [♦]valor dentro do intervalo de confiança.

4.3 Experimento II: Avaliação das equações de predição dos valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do farelo de soja e das sojas integral e semi-integral extrusadas na formulação de rações para frangos de corte

Os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho zootécnicos estão apresentados na Tabela 12. Observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos no período de 1 a 7 dias de idade, para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves. Entretanto, quando se considerou o desempenho de 1 a 21 dias, 1 a 34 dias e 1 a 42 dias, notou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para o consumo de ração, enquanto, o ganho de peso e a conversão alimentar variaram significativamente.

Tabela 12 – Desempenho de frangos de corte nas diferentes fases de criação recebendo rações formuladas com valores energéticos estimados dos ingredientes

Tratamentos	Parâmetros		
	Consumo (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)	Conversão alimentar
		1 a 7 (dias)	
Controle	148,54	119,23	1,24
FS + SSIE ¹	145,61	117,18	1,25
SSIE ²	148,00	118,72	1,25
FS + SIE ³	149,92	117,69	1,27
SIE ⁴	147,61	112,21	1,31
Média	147,92	117,01	1,27
CV ⁵ (%)	4,38	5,61	7,09
<i>p-valor</i>	0,8393	0,3805	0,6373
		1 a 21 (dias)	
Controle	1226,77	792,80b	1,55a
FS + SSIE ¹	1171,57	829,51ab	1,41b
SSIE ²	1175,10	826,18ab	1,42b
FS + SIE ³	1195,24	822,17ab	1,46b
SIE ⁴	1192,33	853,05a	1,40b
Média	1192,20	824,74	1,45
CV ⁵ (%)	3,71	3,70	4,92
<i>p-valor</i>	0,2402	0,0380	0,0086
		1 a 34 (dias)	
Controle	3374,04	2012,82b	1,68a
FS + SSIE ¹	3254,30	2032,35ab	1,60ab
SSIE ²	3252,50	2027,82ab	1,60ab
FS + SIE ³	3436,14	2111,44ab	1,63ab
SIE ⁴	3362,48	2198,26a	1,53b
Média	3335,89	2076,54	1,61
CV ⁵ (%)	4,27	3,20	4,08
<i>p-valor</i>	0,1408	0,0002	0,0112
		1 a 42 (dias)	
Controle	4918,00	2712,55b	1,81a
FS + SSIE ¹	4714,70	2722,58ab	1,73ab
SSIE ²	4741,20	2731,81ab	1,74ab
FS + SIE ³	4980,20	2803,49ab	1,78ab
SIE ⁴	4871,50	2847,76a	1,71b
Média	4845,11	2763,64	1,75
CV ⁵ (%)	3,81	3,09	3,36
<i>p-valor</i>	0,0873	0,0433	0,0412

¹FS + SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja semi-integral extrusada; ²SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja semi-integral extrusada; ³FS + SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja integral extrusada; ⁴SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja integral extrusada; ⁵CV - coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste SNK (P<0,05).

Nos períodos indicados, o ganho de peso das aves alimentadas com a ração controle diferiu significativamente apenas do obtido com a ração contendo soja integral extrusada, obtendo-se menor ganho de peso para as aves alimentadas com a ração controle. Embora as aves alimentadas com a soja integral extrusada tenham apresentado o maior ganho de peso, os resultados não diferiram significativamente em relação aos dos demais tratamentos.

Para a conversão alimentar, as aves alimentadas com a ração controle apresentaram os piores resultados e diferiram significativamente em relação aos demais tratamentos no período de 1 a 21 dias de idade. Porém, nos períodos de 1 a 34 e 1 a 42 dias de idade, a diferença foi apenas entre o grupo controle e o das aves alimentadas com a ração contendo soja integral extrusada. Por sua vez, embora as aves alimentadas com a soja integral tenham apresentado os melhores índices de conversão alimentar, os resultados não diferiram significativamente em relação aos demais tratamentos.

O consumo voluntário de alimento pelas aves pode ser influenciado por diversos fatores, sendo o nível de energia da ração o principal fator que controla o consumo de alimento pelos frangos de corte, portanto, é importante ressaltar o adequado balanço energético das dietas fornecidas às aves. Assim, dentro de certos limites, se houver um excesso de energia na ração, os frangos tendem a reduzir o consumo e o aumento vai ocorrer quando o nível de energia da ração for reduzido (LEESON; SUMMERS, 2001). Diante do exposto, pode-se inferir que o fato de o consumo de ração não ter diferido significativamente entre os tratamentos, indica que os valores de energia metabolizável preditos pelas equações nas diferentes idades para o farelo de soja e para as sojas semi-integral e integral extrusadas foram adequados.

Considerando que o ganho de peso é resultante da ingestão e aproveitamento de nutrientes pelas aves e que o consumo de ração não variou entre os tratamentos, o melhor ganho de peso para as aves alimentadas com soja integral extrusada se deve a maior eficiência de utilização dos nutrientes da ração. Assim como na presente pesquisa, o melhor desempenho com o uso de soja integral extrusada em relação a uma ração contendo farelo de soja e óleo tem sido relatado por outros pesquisadores (FREITAS *et al.*, 2005; SAKOMURA *et al.*, 2004), e esse resultado tem sido atribuído ao efeito extrametabólico de uma maior quantidade de gordura na ração e aos benefícios do processo de extrusão em modificar a estrutura da parede celular desse alimento, expondo a gordura, modificando a estrutura dos carboidratos solúveis e inativando os fatores antinutricionais.

Em estudo para estimar valores de EMAn do milho e do farelo de soja com uso de equações de predição para frangos de corte, Alvarenga *et al.* (2013a) afirmam que os resultados de desempenho podem estar relacionados aos diferentes níveis de óleo utilizados, além do efeito extracalórico desse nutriente no processo digestivo. Os mesmos autores relatam que a presença de maiores quantidades de lipídeos pode melhorar a eficiência energética da dieta, uma vez que esses nutrientes produzem 2,25 vezes mais calorias do que carboidratos.

Evidenciou-se, neste estudo, que as equações elaboradas apresentaram-se boas preditoras da EMAn, resultando em aves com melhor ganho de peso e melhor conversão alimentar.

Na avaliação das características de carcaça (TABELA 13), observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para o rendimento de carcaça, peito e coxa mais sobrecoxa e proporção de moela e gordura abdominal. Entretanto, observou-se diferença significativa para o peso relativo dos intestinos.

Tabela 13 – Características de carcaça e peso relativo da moela, intestinos e gordura abdominal de frangos de corte alimentados com rações formuladas com valores de EMAn do farelo de soja e das sojas integral e semi-integral extrusadas estimados pelas equações de predição

Tratamentos	Parâmetros (%)					
	Carcaça	Peito	Coxa+sobrecoxa	Moela	Intestinos	Gord. Abdominal
Controle	74,35	36,25	32,13	1,35	3,30b	2,37
FS + SSIE ¹	72,96	36,66	32,06	1,37	3,34b	2,35
SSIE ²	73,37	37,16	31,37	1,30	3,43b	2,55
FS + SIE ³	73,75	37,00	32,43	1,30	3,60ab	2,19
SIE ⁴	73,20	36,14	31,67	1,62	3,90a	2,93
Média	73,53	36,64	31,93	1,39	3,51	2,48
CV ⁵ (%)	1,69	2,92	2,17	18,66	7,37	19,87
<i>p</i> -valor	0,3561	0,3977	0,1037	0,2086	0,0029	0,1290

EMAn - energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; ¹FS + SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja semi-integral extrusada; ²SSIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja semi-integral extrusada; ³FS + SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para farelo de soja + soja integral extrusada; ⁴SIE = valores de EMAn (kcal/kg de MN) preditos para soja integral extrusada; ⁵CV - coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste SNK (P<0,05).

As aves alimentadas com a ração contendo apenas soja integral extrusada apresentaram maior proporção de intestinos em relação às demais, não havendo diferença significativa em relação ao grupo das aves alimentadas com a ração contendo farelo de soja e soja integral extrusada. Esse resultado pode ser associado à maior presença de inerte na ração dessas aves, o que pode ter estimulado o maior desenvolvimento do intestino.

Sobre o efeito da inclusão de um alimento na ração nas características de carcaça de frangos de corte, Freitas *et al.* (2006) relataram que se o valor nutricional do alimento foi bem avaliado, é pouco provável que as características da carcaça sejam influenciadas pela inclusão desse alimento em rações isonutrientes. Entretanto, se o valor de energia metabolizável de um alimento for subestimado ou superestimado, a sua inclusão na ração pode ocasionar mudanças na relação entre energia e proteína da ração e, assim, proporcionar modificações no rendimento de carcaça e até mesmo nos cortes da carcaça; sendo o maior acúmulo de gordura verificado quando há o excesso de energia ingerida pelas aves. Dessa forma, Alvarenga *et al.* (2013a) observaram que, nas diferentes fases de criação das aves, algumas equações de predição da EMAn dos alimentos resultaram em rações com valores de energia subestimados ou superestimados e, assim, o uso de diferentes valores de EMAn dos alimentos influenciaram o rendimento de carcaça dos frangos de corte.

Nesse contexto, pode-se inferir que, no presente estudo, os ajustes na quantidade de energia metabolizável dos alimentos com base nas equações de predição proporcionaram a quantidade de energia suficiente para garantir carcaças com as mesmas características, indicando um bom ajuste dessas equações.

Conforme apresentado na Tabela 14, os valores de EMAn do farelo de soja e das sojas semi-integral e integral extrusadas, estimados pelas equações (TABELA1), apresentam maior valor que o valor tabelado e essa diferença aumentou com o avançar da idade dos frangos de corte.

A maior diferença entre o valor estimado em relação ao valor tabelado foi observada para a soja semi-integral extrusada. Considerando que o alimento utilizado nessa pesquisa apresentava 13,12% de extrato etéreo por kg de matéria natural e, portanto, superior aos 8,32% tabelado (ROSTAGNO *et al.*, 2011), essa diferença no valor de EMAn pode ser explicada em razão da equação de predição considerar o valor de extrato etéreo para estimar a EMAn desse alimento.

Normalmente se considera um único valor de EMAn do alimento para a formulação das rações, dessa forma, o aumento do valor de EMAn dos alimentos com a idade, quando considerado na formulação das rações, vai implicar em menor quantidade do alimento para atingir o mesmo nível energético pretendido na ração; resultando em menor custo da ração.

Tabela 14 – Diferença entre os valores de EMAn dos alimentos tabelados e estimados pelas equações para as diferentes idades

EMAn (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)			
	Tabelado	Estimados		
		1 a 21 dias	21 a 35 dias	35 a 42 dias
Farelo de soja				
Tabelado	0	48	64	134
1 a 21 dias	-	0	16	86
21 a 35 dias	-	-	0	70
35 a 42 dias	-	-	-	0
Soja semi-integral				
Tabelado	0	240	258	378
1 a 21 dias	-	0	18	138
21 a 35 dias	-	-	0	120
35 a 42 dias	-	-	-	0
Soja integral				
Tabelado	0	78	98	252
1 a 21 dias	-	0	20	174
21 a 35 dias	-	-	0	154
35 a 42 dias	-	-	-	0

EMAn - energia metabolizável aparente corrigida.

Em geral, constatou-se o aumento de 4 a 6% da energia estimada para a fase de 1 a 21 dias em relação à fase de 35 a 42 dias e os resultados obtidos na presente pesquisa confirmam a viabilidade para a utilização das equações obtidas para estimar a energia da soja integral extrusada e da soja semi-integral extrusada, bem como a viabilidade do ajuste da EMAn com a idade das aves.

5 CONCLUSÃO

Os valores de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) dos alimentos, expressos em kcal/kg de matéria seca, nas idades de 8 a 15, 21 a 28 e 35 a 42 dias são, respectivamente: 2.557, 2.588 e 2.653 para o farelo de soja; 3.757, 3.808 e 3.895 para a soja integral extrusada; 3.295, 3.301 e 3.425 para a soja semi-integral extrusada com 12,2% de EE; 3.444, 3.452 e 3.584 para a soja semi-integral extrusada com 13,8% de EE; 3.528, 3.540 e 3.729 para a soja semi-integral extrusada com 17,7% de EE; e 3.650, 3.660 e 3.849 para a soja semi-integral extrusada com 18,8% de EE.

Os valores de EMAn dos ingredientes estudados podem ser preditos pelas equações: EMAn - 8 a 15 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.459 +63,62 EE; EMAn - 21 a 28 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.476 +63,82 EE e EMAn - 35 a 42 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.545 +68,15 EE.

As equações obtidas podem ser utilizadas para corrigir o valor de EMAn da soja semi-integral extrusada em função do seu nível de gordura ao final do processo de extração do óleo da soja integral extrusada. Também se aplicam para corrigir o valor de EMAn do farelo de soja e das sojas integral e semi-integral extrusadas em função de sua composição em gordura e com o avançar da idade dos frangos.

É viável a utilização da EMAn predita pelas equações: EMAn - 8 a 15 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.459 +63,62 EE na formulação da ração da fase de 1 a 7 e 7 a 21 dias de idade; EMAn - 21 a 28 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.476 +63,82 EE na formulação da ração da fase de 22 a 35 dias de idade; e, EMAn - 35 a 42 dias de idade - (kcal/kg de MS) = 2.545 +68,15 EE, na formulação da ração da fase de 35 a 42 dias de idade.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R.R. **Valores energéticos de alimentos concentrados determinados com frangos de corte e por equações de predição**. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- ALVARENGA, R.R.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; FREITAS, R.T.F.; LIMA, R.R.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J. Energetic values of feedstuffs for broilers determined with in vivo assays and prediction equations. **Animal Feed Science and Technology**, v. 168, p. 257-266, 2011.
- ALVARENGA, R.R.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; MAKIYAMA, L.; OLIVEIRA, E.C.; FREITAS, R.T.F.; LIMA, R.R.; BERNARDINO, V.M.P. Validation of prediction equations to estimate the energy values of feedstuffs for broilers: performance and carcass yield. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 10, p. 1474-1483, 2013a.
- ALVARENGA, R.R.; ZANGERONIMO, M.G.; RODRIGUES, P.B.; PEREIRA, L.J.; WOLP, R.C.; ALMEIDA, E.C. Formulation of diets for poultry: The importance of prediction equations to estimate the energy values. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, p. 1-11, 2013b.
- BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed diferente diets. **Poultry Science**, v. 81, n. 3, p. 400-407, 2002.
- BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G.; LIMA, R.B.; MORAIS, S.N.; SILVA, J.H.V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 4, p. 111-117, 2008.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GENEROSO, R.A.R.; SCHMIDT, M. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.
- CAFÉ, M.B.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M.; MALHEIROS, E.B.; DEL BIANCHI, M. Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n. 1, p. 59-66, 2000.
- CALDERANO, A.A.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; SOUZA, R.M.; MELLO, H.H.C. Composição química e energética de alimentos de origem vegetal determinada em aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 320-326, 2010.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 2. ed. New York: John Wiley, 1981. 709p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRO PECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. ed. Concórdia, 1991. 97 p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 19).

FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockrels. **British Poultry Science**, v. 19, n. 3, p. 303-308, 1978.

FREITAS, E.R. **Avaliação nutricional de alguns alimentos processados para aves por diferentes metodologias e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 2003. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; EZEQUIEL, J.M.B.; NEME, R.; MENDONÇA, M.O. Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 107-115, 2006.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; SANTOS, A.L.; FERNANDES, J.B.K. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1938-1949, 2005.

GENEROSO, R.A.R.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T.; BRUMANO, G. Composição química e energética de alguns alimentos para frangos de corte em duas idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 7, p. 1251-1256, 2008.

JANSSEN, W.M.M.A. **European table of energy values for poultry feedstuffs**. 3. ed. Beekbergen: Spelderholt Center for Poultry Research and Information Services, 1989. 84 p.

JORGE NETTO, G. Soja integral na alimentação de aves e suínos. **Avicultura Industrial**, v.82, n. 988, p. 4-15, 1992.

KATO, R.K. **Energia metabolizável de alguns ingredientes para frangos de corte em diferentes idades**. 2005. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Comercial poultry nutrition**. 3. ed. Guelph, Ontario: University Books, 2008. 398 p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Canada: University Books, 2001. 591 p.

LOPEZ, G.; LEESON, S. Assessment of the nitrogen correction factor in evaluating metabolizable energy of corn and soybean meal in diets for broilers. **Poultry Science**, v. 87, n. 2, p. 298-306, 2008.

LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, G.J.M.M.; LANZMASTER, M.; ARDIGÓ, R. Efeito do tipo de processamento da soja integral sobre o desempenho, qualidade de carcaça e valorização econômica de suínos dos 25 kg ao abate. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM. Nutrição de Não-Ruminantes.

MARIANO, F.C.M.Q.; LIMA, R.R.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R.; NASCIMENTO, G.A.J. Equações de predição de valores energéticos de alimentos obtidas utilizando meta-análise e componentes principais. **Ciência Rural**, v. 42, n. 9, p. 1634-1640, 2012.

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

MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; SOUZA, R.M.; CALDERANO, A.A. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.863-868, 2009.

NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; RIBEIRO, E.G. Valores de composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 579-583, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994. 176p.

NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; CAMPOS, A.M.A.; SILVA, C.R. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

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

NUNES, R.V.; BROCH, J.; POLESE, C.; EYNG, C.; POZZA, P.C. Avaliação nutricional e energética da soja integral desativada para aves. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 143-151, 2015.

NUNES, R.V.; BUTERI, C.B.; NUNES, C.G.V.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, R.S. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes na Alimentação animal, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001a. p. 235-269.

NUNES, R.V.; POZZA, P.C.; NUNES, C.G.V.; CAMPESTRINI, E.; KÜHL, R.; ROCHA, L.D.; COSTA, F.G.P. Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1217-1224, 2005.

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; TOLEDO, R.S. 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, 2001b.

OLIVEIRA, F.N.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; BRANDÃO, P.A.; AMARANTE JÚNIOR, V.S.; NASCIMENTO, G.A.J.; BARROS, L.R. Desempenho de frangos de corte nas fases de crescimento e final alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1950-1955, 2005.

OST, P.R.; RODRIGUES, P.B.; FIALHO, E.T.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G. Valores energéticos de sojas integrais e de farelos de soja, determinados com galos adultos e por equações de predição. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, p. 467-475, 2005.

QUEIROZ, F.C.M. Análise de componentes principais na meta-análise para obtenção de equações de predição de valores energéticos de alimentos para aves. 2010. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; NUNES, R.V.; TOLEDO, R.S. 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.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: UFV/Departamento de Zootecnia, 2011. 252 p.

ROSTAGNO, H.S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N.K.; ALBINO, L.F.T. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p. 295-304, 2007.

SAKOMURA, N.K.; BIANCHI, M.; PIZAURO JÚNIOR, J.M.; CAFÉ, M.B.; FREITAS, E.R. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

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

SANTOS, M.J.B.; LUDKE, M.C.M.M.; LUDKE, J.V.; TORRES, T.R.; LOPES, L.S.; BRITO, M.S. Composição química e valores de energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 1, p. 32-40, 2013.

SCOTTÁ, B.A. **Valores Energéticos e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para frangos de corte**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SCOTTA, B.A.; ALBINO, L.F.T.; BRUSTOLINI, P.C.; GOMIDE, A.P.C.; CAMPOS, P.F.; RODRIGUES, V.V. Determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos proteicos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, n. 4, p. 501-508, 2016.

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

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

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

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: UFV, IMP. Univ., 235p, 2002.

SILVA, M.D. **Efeitos dos processamentos da soja sobre o desempenho de frangos de corte**. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

SIQUEIRA, J.C.; NASCIMENTO, D.C.N.; VAZ, R.G.M.V.; SILVA, R.F.; SANTOS NETA, E.R.; RODRIGUES, K.F.; PORTELA, L.B.; SILVA, G.S. Equações de predição da energia metabolizável da torta de babaçu para frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p. 1016-1025, 2011.

SOUSA, F.D.R. **Avaliação química e energética de ingredientes de origem vegetal com frangos de crescimento lento em diferentes idades**. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

SOUZA, R.M. **Equações de predição dos valores energéticos de alimentos para aves**. 2009. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. Version 8. 2. ed. Cary: SAS Institute, 2000. (CD-ROM).

TURCI, J.C. **Equações de predição do valor energético do milho de diferentes qualidades para suínos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2011.

ZHAO, F.; ZHANG, H.F.; HOU, S.S.; ZHANG, Z.Y. Predicting metabolizable energy of normal corn from its chemical composition in adult pekin ducks. **Poultry Science**, v. 87, p. 1603-1608, 2008.

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

ZONTA, M.C.M.; RODRIGUES, P.B.; ZONTA, A.; PEREIRA, C.R. Energia metabolizável de farinhas de soja ou produtos de soja, determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 209, p. 21-30, 2006.

DECLARAÇÃO

Declaro, para fins de comprovação junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, que fiz a correção gramatical da dissertação cujo tema é **“Equações de Predição para Energia Metabolizável de Soja Semi-Integral Extrusada para Frangos de Corte em Diferentes Idades”**, da aluna Amanda Cecília de Sousa Meireles, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Fortaleza, 13 de fevereiro de 2017



Prof. Edisio Tavares
Cícero Edisio Tavares Leite
MEC: LP - 95/00421



República Federativa do Brasil
Ministério da Educação e Cultura

Universidade Federal do Ceará

CENTRO DE HUMANIDADES

O REITOR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, no uso de suas atribuições e tendo em vista a conclusão de Curso de Graduação, confere o título de LICENCIADO EM LETRAS, a

Cícero Edísio Tavares Leite

e outorga-lhe o presente Diploma, a fim de que possa gozar de todos os direitos e prerrogativas legais.

Fortaleza, 30 de maio de 1985

Cícero Edísio Tavares Leite
Diretor do Centro

Cícero Edísio Tavares Leite
Reitor

Cícero Edísio Tavares Leite
Dip. emado

MEC - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Diploma Registrado sob n.º

30321

Livro

40

Fls. **31º**

Proc. **1533/85**

Em

30 de maio

19

85

RAIMUNDO GOMES FERREIRA
Diretor da Divisão de Registro de Diplomas

VISTO:

Seda Lopes Ribeiro
Diretor da DRD

NOME: **CÍCERO EDISIO TAVARES LEITE**

Filiação: **João Tavares da Cruz**
Terezinha de Jesus Leite

Nacionalidade: **Brasileira** Estado: **Ceará**

Data de Nascimento: **18 / 12 / 19 58**

Identidade: **1.038.393** Órg. Exp: **SPSP**

Conclusão de Curso: **2º** Semestre de **19 84**

Data da Colação de Grau: **14 / 12 / 19 84**

Seda Lopes Ribeiro
Diretor da DRD

APOSTILA

MEC - UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

O diplomado concluiu nesta Universidade a Habilitação

LINGUAS PORTUGUESA E ITALIANA.

com suas respectivas Literaturas

-X

Fortaleza, **30** de **maio** de **19 85**

Seda Lopes Ribeiro
Diretor da Div. de Reg. de Diplomas



DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que eu, Lílian Cavalcanti Fernandes Vieira, professora da Casa de Cultura Britânica, SIAPE nº 011664630, traduzi, revisei e corriji o Resumo da dissertação de Mestrado da aluna **AMANDA CECILIA DE SOUSA MEIRELES** intitulado “**EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA ENERGIA METABOLIZÁVEL DA SOJA SEMI-INTEGRAL EXTRUSADA PARA FRANGOS DE CORTE EM DIFERENTES IDADES**” (**PREDICTION EQUATIONS FOR METABOLIZABLE ENERGY OF THE EXTRUDED SEMI-WHOLE SOYBEANS FOR BROILERS IN DIFFERENT AGES**).

Fortaleza, 10 de fevereiro de 2017

Lilian Cavalcanti Fernandes Vieira

Profa. Dra. Lílian Cavalcanti Fernandes Vieira

Lilian Cavalcanti F. Vieira
Coordenadora
de Cursos de
Inglês Instrumental/
CCB / UFC