

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

**ENERGIA METABOLIZÁVEL DE INGREDIENTES
ALTERNATIVOS PARA FRANGOS DE CORTE DE
CRESCIMENTO LENTO**

Violeta André Macie

CAMPO GRANDE, MS

2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**ENERGIA METABOLIZÁVEL DE INGREDIENTES ALTERNATIVOS
PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO**

Metabolizable energy of alternative ingredients for slow growth chicken

Violeta André Macie

Orientadora: Profa. Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento

Co-Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.
Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE – MS

2019

Certificado de aprovação

VIOLETA ANDRÉ MACIE

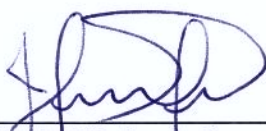
Energia metabolizável de ingredientes alternativos
para frangos de corte de crescimento lento

Metabolizable energy of alternative ingredients
for slow-growing broilers

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de mestra em Ciência Animal.

Aprovado(a) em: 15-02-2019

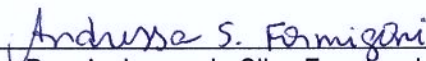
BANCA EXAMINADORA:



Dra. Karina Marcia Ribeiro de Souza Nascimento
Orientadora (UFMS)



Dra. Milena Wolff Ferreira
(UCDB)



Dra. Andressa da Silva Formigoni
(UFMS)

À minha filha Layane Andreya Vilanculos

Ela tem sido o meu suporte de vida!

Razão das minhas conquistas!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pelas oportunidades concedidas!

Aos meus pais (em memória), André Machemezane Macie e Cecília Florência Cumbe Macie, pelo carinho, amor e educação incutidos em mim desde criança o que transformou-me nesta pessoa ousada e atrevida na conquista e realização dos sonhos.

De forma particular aos meus irmãos Bernardo Macie e Belém Macie pelo carinho e apoio incondicional nessa grande aventura que foi largar tudo em Moçambique e vir ao Brasil cursar o mestrado, sem o apoio deles essa conquista não seria possível.

Em especial a minha irmã Belém Macie e minha prima Nelca que souberam muito bem viver com minha falta e principalmente por terem cuidado e educado minha filha nesses dois anos, ela não poderia estar em melhores mãos. Gratidão!

À toda minha família, pelo carinho e apoio moral.

À minha orientadora Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento e ao meu coorientador Charles Kiefer, pela oportunidade, disposição, orientação, pela confiança depositada em mim no engajamento deste trabalho, pela paciência e apoio prestados, em prol do meu crescimento profissional durante essa etapa da minha vida.

Aos meus queridos colegas do LECA Luanna, Thiago, Henrique, Natália, Maurício e Larissa pela calorosa recepção ao grupo de pesquisa que virou uma família para mim, pela amizade, colaboração e cumplicidade na realização dos nossos experimentos e na vida social; nossa equipe de trabalho é bastante esforçada e sempre deu o seu melhor para o alcance dos nossos objetivos e isso é resultado da brilhante colaboração que existe entre nós.

Aos estagiários do LECA, de forma particular a Bruna, a Luana, a Gabriela e o Lucas pela participação e colaboração na execução deste trabalho.

Aos professores da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, especificamente os que ministraram o curso de mestrado em ciência animal pelos ensinamentos prestados durante a formação.

À secretaria de Pós-Graduação em Ciência Animal, em especial ao Ricardo Oliveira pela atenção e disponibilidade para esclarecimento de dúvidas e auxílio sempre que necessário.

Às técnicas dos laboratórios de Nutrição Animal e Nutrição Animal Aplicada da UFMS a Lucimara, Talita, Adriana e Aline pelo apoio na realização das análises laboratoriais.

Ao professor Luís Ítavo e à professora Maria da Graça Morais pela disponibilidade de utilização dos laboratórios de Nutrição Animal e Nutrição Animal Aplicada da FAMEZ/UFMS.

Aos professores que participaram das bancas de qualificação e defesa pelas valiosas contribuições que enriqueceram este trabalho.

Aos amigos moçambicanos Ana, Laice e David pela amizade e convivência durante a formação ajudaram a suprir tanto a falta da família, como as dificuldades encaradas principalmente no momento de adaptação e integração na cidade e na Universidade.

Aos meus amados Ricardina e Pedro pela amizade, cumplicidade e apoio nesses dois anos.

À toda comunidade africana que reside em Campo Grande, o meu muito obrigada.

À Direcção do Instituto Superior Politécnico de Manica (ISPM) pela oportunidade de continuação dos meus estudos.

Ao Borlaug Higher Education for Agricultural Research and Development (BHEARD) pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Muito obrigada a todos e a todas que contribuíram no desenvolvimento deste estudo.

RESUMO

MACIE, V. A. Energia metabolizável de ingredientes alternativos para frangos de corte de crescimento lento. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019.

Uma das questões mais discutidas no setor avícola refere-se aos custos com a alimentação das aves, o que explica a busca incessante por alimentos alternativos que possam diminuir esses custos. Nesse sentido, objetivou-se com este estudo avaliar os métodos e determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva. No primeiro experimento foram avaliados os métodos de coleta total e parcial de excretas para determinação dos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes, EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva utilizando frangos de corte de crescimento lento, nos períodos de 19 a 26, 47 a 54 e 69 a 76 dias de idade. No segundo experimento, foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade, EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa, polpa de bocaiúva, milho e farelo de soja com frangos de corte de crescimento lento. Nos dois ensaios, as aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Para o método de coleta total foi adicionado 1% de óxido férrico, e na coleta parcial, 1% do indicador dióxido de titânio às rações. A proporção nas dietas teste de farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva foi de 20% e de milho e farelo de soja foi de 40%. Os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo foram superiores na metodologia de coleta total. O método de coleta parcial subestimou os valores energéticos das dietas e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes. Conclui-se que, o método de coleta total é o mais preciso para determinação de energia metabolizável e dos coeficientes de metabolizabilidade da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva para frangos de crescimento lento independentemente da idade. Valores de EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa variaram entre 2557 a 2868 Kcal/kg e 2205 a 2479 Kcal/kg, respectivamente e da polpa de bocaiúva variaram entre 2680 a 3119 Kcal/kg de EMA e entre 2483 a 2490 Kcal/kg de EMAn. O coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta da polpa de bocaiúva foi semelhante ao da farinha de folhas de moringa, milho e farelo de soja nas diferentes idades. A metabolizabilidade do extrato etéreo da polpa de bocaiúva foi superior aos demais ingredientes nas diferentes fases de criação. Os resultados demonstram que os

ingredientes alternativos podem ser utilizados na formulação de dietas para frangos de corte de crescimento lento em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja.

Palavras chave: coleta parcial, coleta total, farinha de folhas de moringa, pescoço pelado, polpa de bocaiúva

ABSTRACT

MACIE, V. A. Metabolizable energy of alternative ingredients for slow growth chicken. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2019.

One of the most discussed issues in the poultry sector is the costs of feeding poultry, which explains the incessant search for alternative foods that can reduce these costs. In this sense, the objective of this study was to evaluate the methods and determine the apparent metabolizable energy (AME) and apparent corrected nitrogen retention (AMEn) values and the metabolizable coefficients of the moringa leaves flour and the bocaiúva pulp. In the first experiment, the methods of total and partial excreta collection were evaluated to determine the metabolizable coefficients of nutrients, EMA and AMEn of the moringa leaves flour and the bocaiúva pulp using slow - growing broiler chickens, from 19 to 26, 47 to 54 and 69 to 76 days of age. In the second experiment, the metabolizable coefficients, AME and AMEn of the moringa leaves flour, bocaiúva pulp, corn and soybean meal with slow - growing broilers were determined. In both trials, the birds were distributed in a completely randomized design. For the total collection method, 1% of ferric oxide was added and in the partial collection 1% of titanium dioxide indicator to feed. The proportion in the test diets of moringa leaves flour and bocaiúva pulp was 20% and corn and soybean meal were 40%. The metabolizable coefficients of dry matter, crude protein and ethereal extract were higher in the total collection methodology. The partial collection method underestimated the energy values of the diets and the metabolizable coefficients of the nutrients. It is concluded that the total collection method is the most accurate for the determination of metabolizable energy and the metabolizable coefficients of the moringa leaf meal and the bocaiúva pulp for slow-growing chickens regardless of age. AME and AMEn values of the moringa leaf meal ranged from 2557 to 2868 Kcal / kg and 2205 to 2479 Kcal / kg, respectively and of the bocaiúva pulp ranged from 2680 to 3119 Kcal / kg of AME and between 2483 to 2490 Kcal / kg AMEn. The coefficient of metabolizable of the crude protein of the bocaiúva pulp was like that of the flour of leaves of moringa, corn and soybean meal at different ages. The metabolizable of the ethereal extract of the bocaiúva pulp was superior to the other ingredients in the different breeding phases. The results demonstrate that alternative ingredients can be used in the formulation of diets for slow-growing broilers in partial replacement with corn and soybean meal.

Key words: bocaiúva pulp, metabolizable, moringa leaves flour, partial collection, total collection

Lista de Tabelas

Tabela 1. Composição percentual e valores calculados da dieta referência para frangos de corte de crescimento lento.....	44
Tabela 2. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bociúva na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.....	47
Tabela 3. Coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bociúva na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.....	47
Tabela 4. Coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bociúva na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.....	48
Tabela 5. Energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bociúva na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.....	50
Tabela 6. Composição percentual e valores calculados da dieta referência para frangos de corte de crescimento lento.....	62
Tabela 7. Composição química e valores de energia bruta dos ingredientes na matéria seca.....	63
Tabela 8. Coeficientes de metabolizabilidade (MS, PB e EE) da farinha de folhas de moringa, polpa de bociúva, milho e farelo de soja na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.....	65
Tabela 9. Energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) da farinha de folhas de moringa, polpa de bociúva, milho e do farelo de soja na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.....	67

LISTA DE ABREVIACÕES

BN: Balanço de nitrogênio

CMMS: Coeficiente de Metabolizabilidade da Matéria Seca

CMEE: Coeficiente de Metabolizabilidade do Extrato Etéreo

CMFB: Coeficiente de Metabolizabilidade da Fibra Bruta

CMPB: Coeficiente de Metabolizabilidade da Proteína Bruta

EB: Energia Bruta

ED: Energia Digestível

EE: Extrato Etéreo

EM: Energia Metabolizável

EMA: Energia Metabolizável Aparente

EMAn: Energia Metabolizável Aparente corrigida para balanço de Nitrogênio

EMV: Energia Metabolizável Verdadeira

EMVn: Energia Metabolizável Verdadeira corrigida para balanço de Nitrogênio

FB: Fibra Bruta

FDA: Fibra em detergente ácido

FDN: Fibra em detergente neutro

IC: Incremento Calórico

Kcal: Quilocaloria

MM: Matéria mineral

MS: Matéria Seca

PB: Proteína bruta

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Produção de frangos de corte de crescimento lento	15
2.2 Ingredientes tradicionais na nutrição de frangos de corte	15
2.2.1 Milho	15
2.2.2 Farelo de soja	16
2.3 Ingredientes alternativos na nutrição de frangos de corte	17
2.3.1 Farinha de folhas de moringa	18
2.3.2 Polpa de bociúva	20
2.4 Energia Metabolizável	22
2.5 Métodos de determinação de energia metabolizável	27
2.5.1 Coleta Total	27
2.5.2 Coleta Parcial	29
3 REFERÊNCIAS	31
Metodologia para determinação de Energia Metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da moringa e da bociúva para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades	40
RESUMO	40
ABSTRACT	41
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS	43
RESULTADOS	46
DISCUSSÃO	51
CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	53
Energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da moringa e bociúva para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades	57
RESUMO	57
ABSTRACT	58
INTRODUÇÃO	59
MATERIAL E MÉTODOS	60
RESULTADOS	63
DISCUSSÃO	68
CONCLUSÃO	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

O avanço na produção animal no Brasil está relacionado a fatores como melhoramento genético, melhoria do manejo, da ambiência, a contribuição das universidades, dos institutos de pesquisa, entre outros. Um fato que se destaca nesse processo de avanço do conhecimento é a nutrição que está aliada ao conhecimento da fisiologia do trato digestório, composição dos alimentos utilizados em formulações de rações e o aproveitamento dos nutrientes, que fazem que essa área tenha maior destaque no cenário de produção de aves (SAKOMURA et al., 2014).

Dessa forma, a evolução dos programas de alimentação para aves tem como finalidade aprimorar a associação entre nutrição e a fisiologia da ave moderna (KATO, 2005). O conhecimento do crescimento e do metabolismo energético das aves e dos fatores que o afetam, assim como o aproveitamento dos demais nutrientes da dieta, facilita a manipulação das rações e auxilia na melhoria de características de carcaça, favorecendo a deposição de proteína e diminuindo o acúmulo de gordura (SAKOMURA et al., 2004), que sofrem modificações em decorrência da alimentação do próprio crescimento da ave (EMMANS, 1987).

Portanto, além da determinação adequada do nível de energia do alimento, as aves necessitam de adequada determinação das exigências energéticas e das eficiências de aproveitamento de energia metabolizável (SKINNER et al., 1992).

O milho e o farelo de soja são os alimentos tradicionais mais utilizados em formulações de rações para as aves (FELINTO & GRANGEIRO, 2012), porém, estes compõem a nutrição humana e devido a sua disponibilidade podem ter custo elevado, pois sofrem variações do preço em função de vários fatores ditados pelo mercado e pelo clima (SMITH, 1990; NASCIMENTO et al., 2005). Deste modo, o avanço da nutrição exige cada vez mais dos nutricionistas a busca por alimentos alternativos que supram as necessidades dos animais, que produzam quantidades suficientes à demanda e que tenham menor custo quando comparados aos alimentos tradicionais (GUIMARÃES et al., 2006).

Assim, todas as práticas que permitem maior eficiência no aproveitamento das dietas, com a inclusão de ingredientes alternativos disponíveis localmente e menos competitivos tem sido um desafio para tornar a produção mais eficiente (BRUM et al., 1990).

Dentre os alimentos alternativos com potencial proteico e energético para compor as dietas das aves, estão sendo testados alimentos como farinha de folha de moringa e polpa de bociúva.

Contudo, a determinação do valor energético dos alimentos e a metabolizabilidade dos nutrientes tem sido realizada por meio de ensaios de metabolismo que tem por finalidade atualizar as tabelas de composição de alimentos e formulação de rações; estes podem ser feitos usando a metodologia de coleta total ou parcial de excretas. Sendo que a metodologia de coleta total é mais usada por proporcionar maiores valores de metabolizabilidade dos nutrientes e o uso de indicadores subestima os valores energéticos e da metabolizabilidade dos nutrientes (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

No entanto, a maioria dos trabalhos disponíveis na literatura tem-se voltado apenas para a avaliação dos valores de energia metabolizável e dos coeficientes de metabolizabilidade de nutrientes dos alimentos tradicionais (milho e farelo de soja), havendo poucas informações sobre a metabolizabilidade de alimentos alternativos como é o caso da farinha de folhas de moringa e polpa de bocaiúva (JULIANO et al., 2016).

Desse modo, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar os métodos, bem como determinar os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) e os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e do extrato etéreo (CMEE) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de frangos de corte de crescimento lento

A criação de frango de corte tipo caipira é uma alternativa economicamente viável para avicultores participantes da agricultura familiar, por necessitar de um menor investimento em relação a instalações e equipamentos devido a rusticidade das raças e/ou linhagens de crescimento lento, as quais são utilizadas nesse tipo de criação. Esta atividade tem se mostrado promissora por proporcionar um produto com características sensoriais diferenciadas em comparação a aves criadas em sistema intensivo, com carne mais escura e firme que agrada o paladar dos consumidores à procura de alimentos com maiores atributos de qualidade, sabor acentuado e menor teor de gordura na carcaça (CARRIJO et al., 2010).

A produção de frangos de crescimento lento está longe de atingir o ponto de equilíbrio entre a demanda e a oferta, requerendo desta forma, um aumento significativo na produção. Assim, tornam-se necessários avanços tecnológicos específicos a este segmento, entre estes, a avaliação nutricional e a metabolizabilidade dos alimentos, que apresentam possibilidades de serem utilizados nas rações do frango de crescimento lento.

No entanto, é evidente a necessidade de formar um banco de dados com valores nutricionais de diversos alimentos para essa linhagem, entre estes a farinha de folhas de moringa e a polpa de bocaiúva.

2.2 Ingredientes tradicionais na nutrição de frangos de corte

2.2.1 Milho

O milho é produzido em todos os continentes, sua importância econômica é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal, que consome aproximadamente 70 a 85% da produção mundial, até a indústria de alta tecnologia (ABIMILHO, 2006).

O principal segmento consumidor do milho brasileiro é o setor de avicultura, com cerca de 50%, seguido pela suinocultura (30%) e indústria de beneficiamento (10%). Dos restantes 10% pela indústria, aproximadamente 29% são pelas indústrias de grande porte que utilizam o processo de beneficiamento via úmida, enquanto os 71% são utilizados pela indústria via seca e pequenos moinhos (PAES et al., 1995).

O grão do milho é constituído por cerca de 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras (fibra em detergente neutro) e 4% de óleo. Este é formado por quatro principais estruturas

físicas: endosperma, gérmen, pericarpo e ponta, as quais diferem em composição química. O endosperma representa em média 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%), a parte restante é constituída por carotenoides como zeaxantina, luteína, betacriptoxantina, alfa e beta carotenos (TOSELLO, 1987). O gérmen representa 11% do grão de milho e concentra 83% dos lipídios (óleo e vitamina E), 78% dos minerais, 26% das proteínas e 70% dos açúcares. O pericarpo representa aproximadamente 5% do grão, constituído por polissacarídeos do tipo hemicelulose (67%) e celulose em 23% e lignina (0,1%). A ponta é a menor estrutura constituída por 2% do grão, composta essencialmente de material lignocelulósico (ABIMILHO, 2006).

O milho é considerado fonte energética para nutrição animal e humana, devido à sua composição predominantemente em carboidratos (amido) e lipídios (óleo). O processo de moagem dos grãos de milho secos reduz até 80% do conteúdo fibroso. O fósforo é o mineral encontrado em maior abundância na forma de fitatos de potássio e magnésio, porém embora em pequenas quantidades estão presentes outros minerais como cálcio, sódio, cloro, iodo, ferro, zinco, manganês, cobre, selênio e potássio (WEBER, 1983; ROSTAGNO et al., 2017).

A composição nutricional deste alimento está em função, principalmente, da cultivar, do solo, dos fatores climáticos em que foi produzido e das condições de armazenamento a que foi submetido. Os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EM) do grão de milho são de 92,6%, 8,80%, 4,08%, 1,35%, 1,48% e 3464 Kcal/kg, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2017).

Existem hoje no mercado, milhos com teor proteico variando de 6,92 a 8,80 % e a sua metabolizabilidade é variável conforme a sua composição química, onde encontram-se valores de EMA de 3264 kcal/kg para milho 6,92% de PB e 3405 kcal/kg de EMA para milho 8,8 % de PB. A inclusão do milho em dietas para aves tem sido de cerca de 65% (ROSTAGNO et al., 2017).

2.2.2 Farelo de soja

O farelo de soja representa cerca de 19,7% de todas as matérias-primas utilizadas para a alimentação animal (LIMA, 1999). É o segundo componente em quantidade (cerca de 35 a 40%) mais utilizado em dietas para aves, perdendo somente para o milho (ROSTAGNO et al., 2017). Na produção animal, os animais não ruminantes (aves e suínos) consomem aproximadamente dois terços da produção mundial do farelo de soja.

Devido as suas qualidades nutricionais, facilidade de adaptação, alta produção e facilidade de cultivo é considerado alimento promissor. É uma excelente fonte proteica e com elevado teor energético (ROSTAGNO et al., 2017), porém apresenta alguns fatores antinutricionais que impedem que seja consumida *in natura* (SAID, 1996) como inibidores de tripsina e quimiotripsina (KUNITZ & BOWMAN-BIRK) que inibem a digestão proteica; lectinas que se combinam com células da parede intestinal causando interferência não específica na absorção de nutrientes (JAFFÉ, 1980); fatores alérgicos (glicinina e conglicinina) que reduzem a absorção de nutrientes e causam efeitos deletérios sobre as microvilosidades do intestino delgado; lipase e lipoxigenase que promovem a oxidação e ramificação da gordura da soja e polissacarídeos não amiláceos (PNAs) que causam diminuição no desempenho dos animais (SAID, 1996).

Quando a soja é industrializada, produz de 80% a 82% de farelo e 18% a 20% de óleo. Dentro da formulação de rações avícolas, o farelo apresenta bom valor nutricional e valor de aminoácidos essenciais favoráveis à alimentação de frangos de corte. O farelo de soja tem sido utilizado como principal ingrediente proteico nas formulações de dietas para aves devido ao seu alto teor de proteína bruta, extrato etéreo e maior valor de energia metabolizável.

Os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra bruta (FB) e energia bruta (EM) do farelo de soja são de 91,1%, 46,5%, 1,43%, 6,13%, 4,29% e 2396 Kcal/kg, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2017).

Existem hoje no mercado, farelo de soja com teor proteico variando de 44,4 a 48% e a sua metabolizabilidade é variável conforme a sua composição química, onde encontram-se valores de EMA de 2120 kcal/kg para farelo de soja de 44,4% de PB e 2295 kcal/kg de EMA para farelo de soja 48,1% de PB. A inclusão do farelo de soja em dietas para aves tem sido de 35% para frangos de corte e 30% para poedeiras (ROSTAGNO et al., 2017).

2.3 Ingredientes alternativos na nutrição de frangos de corte

Do ponto de vista econômico, em explorações avícolas que utilizam como base alimentar a ração concentrada, a alimentação é um fator importante e determinante para o desempenho das aves e para o sucesso desta atividade. Entretanto, o custo com a alimentação representa cerca de 70% dos custos totais de produção, devido à disponibilidade das matérias primas utilizadas em formulações de rações para aves como o milho e o farelo de soja, que sofrem variações em função da região e época do ano, gerando oscilações nos preços desses produtos, além da competição humana (NASCIMENTO et al., 2005). Levando isso em

consideração, a qualidade dos ingredientes utilizados é de extrema importância para o alcance do ótimo desempenho dos animais.

Dessa forma, faz-se necessária a busca por alimentos alternativos que supram as necessidades dos animais, que produzam quantidades suficientes a demanda e que tenham menor preço quando comparado ao milho e ao farelo de soja (SILVA et al., 2009). Porém, a utilização destes ingredientes na alimentação de aves é limitada pela presença de alguns fatores antinutricionais (NUHU, 2010). Deste modo, é necessário que estes passem por várias avaliações nutricionais para se conhecer o real potencial do alimento na alimentação das aves, e se avaliar criteriosamente os fatores como: composição bromatológica, reações fisiológicas provocadas pelo fornecimento do alimento ao animal, sua metabolizabilidade, entre outros (DE OLIVEIRA et al., 2014). Dentre os alimentos alternativos estudados estão a farinha de folhas de moringa e polpa de bocaiúva. Porém, esses alimentos apresentam variações na composição química (ALBINO, 1980) e no valor energético principalmente nos subprodutos, uma vez que a obtenção destes nem sempre é padronizada (BRUM et al., 2005).

As tabelas brasileiras de composição de alimentos têm contribuído para o avanço da nutrição animal, proporcionando dados mais precisos dos alimentos, permitindo assim melhor utilização, principalmente dos ingredientes não convencionais e possibilitando a formulações de dietas mais precisas e com custo reduzido.

Entretanto, a contradição dos resultados encontrados na literatura e a escassez de pesquisas que ilustrem o aproveitamento de energia e a metabolizabilidade dos nutrientes de ingredientes como farinha de folhas de moringa e polpa de bocaiúva utilizados na alimentação de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades, evidenciam a necessidade de estudos de metabolismo de aves de crescimento lento visto que apresentam taxa de crescimento diferente das aves industriais, influenciando dessa forma a formulação eficiente de dietas com dados nutricionais provenientes de tabelas de composição determinadas com linhagens de crescimento rápido.

2.3.1 Farinha de folhas de moringa

A *Moringa oleífera* é uma planta nativa da Índia, pertencente à família Moringaceae e é amplamente cultivada nos trópicos de todo o mundo (DEI, 2007). Trata-se de uma planta perene, amplamente distribuída na África, Ásia e América (central e sul). Esta planta foi introduzida no Brasil por volta de 1950 como planta ornamental, mas devido ao seu alto valor nutricional e medicinal principalmente em relação às folhas, que são importantes fontes de

vitamina A, C e ferro, está sendo difundida desde o século XX (BARRETO et al., 2009). Na Índia e em regiões tropicais, as folhas de moringa são utilizadas na medicina tradicional como prevenção e tratamento de várias doenças, agindo como antimicrobiano, antitripanossomal, hipertensor, anti-inflamatório, hipocolesterolêmico, entre outros (PRITCHARD et al., 2010).

Trata-se de uma planta que se adapta às condições semiáridas e de uso diversificado. Cresce desde regiões subtropicais secas e úmidas, até tropicais secas e florestas úmidas; é tolerante à seca, florescendo e produzindo frutos mesmo em épocas de seca (TASFAYE et al., 2014).

Várias partes desta planta (folhas, frutos, vagens e flores) podem ser consideradas boa fonte de proteína e fibras (RASHID et al., 2008). Porém, as folhas são as partes preferidas nas rações para animais (TETEH, 2013) como é o caso de aves, suínos e ruminantes (MOREKI & GABANAKGOSI, 2014). É uma boa alternativa na nutrição animal, pois as folhas de moringa são ricas em vitaminas (como β -caroteno), minerais (ferro), proteínas e aminoácidos como metionina e cistina (ANWAR et al., 2007). O valor nutritivo de um alimento proteico depende da sua composição, metabolizabilidade, biodisponibilidade dos aminoácidos essenciais e ausência de propriedades antinutricionais (HIANE, 2006).

A composição química da *Moringa oleífera* é muito variável entre os trabalhos. A composição química das folhas da moringa pode ser influenciada pelo clima, estação do ano, idade, métodos de processamentos e a fertilidade dos solos (DEI et al., 2007; AYSSIWEDE, 2010) assim como por fatores como antecedentes genéticos (MOYO et al., 2011). Valores de MS entre 86 a 92% são relatados (ZANU et al., 2012; MACAMBIRA et al., 2018), no entanto, a variação nos teores de PB é ainda maior, podendo variar entre 17 a 31% (MAKKAR & BECKER, 1997; MOURA et al., 2010; MONTAYOBA et al., 2011) sendo ricas em aminoácidos essenciais (MOURA et al., 2010; MOYO et al., 2011; MACAMBIRA et al., 2018), as folhas apresentam conteúdo significativo de fibras, carotenoides, cálcio e compostos antioxidantes como polifenóis e vitaminas (NKAKWANA et al., 2014).

Todavia, as variações na composição de aminoácidos podem ser influenciadas pela qualidade da proteína (que depende da proporção e perfil de aminoácidos) e pela origem da planta (cultivada ou silvestre) (HIANE et al., 2006; MOYO et al., 2011), evidenciando que as plantas cultivadas são fertilizadas o que pode influenciar a qualidade e quantidade das proteínas (SANCHEZ-MACHADO et al., 2009).

Observa-se que as variações no teor de proteína da farinha de folhas de moringa resultam em diferenças nas porcentagens de aminoácidos. MACAMBIRA et al. (2018) determinaram a composição aminoacídica da farinha de folhas de moringa com 18,31% de PB

e relataram a presença de 19 aminoácidos: metionina, cistina, metionina + cistina, lisina, treonina, triptofano, arginina, isoleucina, leucina, valina, histidina, fenilalanina, glicina, serina, prolina, alanina, ácido aspártico, ácido glutâmico e glicina + serina.

Em estudos de TESFAYE et al. (2014) avaliaram a composição química das folhas de moringa encontraram, em 90,9% de MS de folhas de moringa que continha 28,2% de proteína bruta; 6,5% de fibra bruta; 6,6% de extrato etéreo; 11,6% de cinzas; 3.247,00 Kcal/Kg de MS de energia metabolizável e 15,25 mg de β -/100g de MS.

A moringa é uma fonte de proteína de baixo custo, mas a sua ampla utilização é limitada pelo elevado teor de fibra bruta e compostos antinutricionais (NUHU, 2010), tais como: taninos, fitatos, inibidores de tripsina, saponinas, oxalatos, e o conteúdo de cianeto glicosídeos cianogénicos (AKIWE & OMOSTOSHO, 2013). Sendo a concentração destes compostos elevada nas sementes e insignificantes nas folhas e caules (MAKKAR & BECKER, 1996), limitando a inclusão das sementes nas dietas para animais.

No entanto, não existe a composição química deste alimento nas tabelas de composição de alimentos para aves e suínos, assunto que carece de pesquisa.

2.3.2 Polpa de bocaiúva

A bocaiúva é um fruto que pertence à família Palmae, espécie *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., sendo abundante e nativa no Estado de Mato Grosso do Sul (MS) e ocorre em todo trópico americano (HIANE et al., 2006; CICONINI, 2012). No Brasil, tem sido considerada como a palmeira de maior disseminação, com ocorrência de populações naturais em quase todo território, com as maiores concentrações localizadas em Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, sendo amplamente espalhada pelas áreas de Cerrado (RAMOS et al., 2008).

A bocaiúva é conhecida por bacaúva, bocaiuveira, coco-balão, coco-baboso, coco-de-catarro, coco-de-espinha, coco-xodó, embocaia, macaíba, macaia, macajá, Macajuba, macaúba, macaúva, mucajá, marcová e macajá (ALMEIDA, 1998).

Adapta-se melhor em áreas abertas e com alta incidência solar, em solos arenosos, baixas altitudes (100 a 1000 metros) e com baixas precipitações ao longo do ano, no entanto, com estação chuvosa bem definida (CICONINI, 2012). A bocaiúva começa a produzir após cinco anos do plantio, tendo duas colheitas ao ano, podendo nascer espontaneamente em pastagens das regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil (MIRANDA et al., 2001).

A bocaiúva é considerada uma boa opção para introdução nas dietas para animais, em particular para aves, devido a sua produtividade. Em condições de cultivo sistematizado, as plantas de bocaiúva de Mato Grosso do Sul podem produzir 30 toneladas/ha (CICONINI et al., 2013), além de ser rústica e bem adaptada às condições do Cerrado e resistente à seca (MOREIRA & SOUSA, 2009).

A formação do fruto acontece durante todo o ano, os frutos amadurecem no período de setembro e janeiro, com formato esférico, com diâmetro variando de 2,5 a 5,0 cm (LORENZI et al., 2004). O fruto é constituído pelo pericarpo com volume de 17% do total do fruto, que se rompe espontaneamente quando maduro; mesocarpo, mais conhecido como a polpa e com volume médio de 52% do total do fruto e pelo endocarpo que é aderido à polpa, com parede rígida e a amêndoa oleaginosa com volume médio de 31% do total do fruto (NUCCI, 2007).

O teor de óleo no fruto tem variado, em decorrência da variabilidade genética associada à características e condições ambientais locais. Por isso verifica-se variação no teor de óleo entre regiões de ocorrência de plantas e dentro de um mesmo maciço de vegetação nativa (JUNQUEIRA, 2016).

Na avaliação do potencial nutritivo do alimento, deve-se considerar não somente a concentração dos nutrientes presentes no alimento, mas também a biodisponibilidade destes. A polpa de bocaiúva em base seca, representa cerca de 34 a 48% do fruto (CETEC, 1983), sendo grande potencial energético e rica em carboidratos e fibras (JUNQUEIRA et al., 2016).

Na polpa são encontradas concentrações elevadas de carotenoides (β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina são provitaminas A), os quais são responsáveis pela sua coloração laranja (RODRIGUES-AMAYA et al., 2008), estão presentes também outros carotenoides como γ -caroteno, β -criptoxantina e cis licopeno embora em pequenas quantidades (Ramos et al., 2007). Os principais ácidos graxos presentes na polpa de bocaiúva são o ácido oleico (65,87%) e o ácido palmítico (15,96%) (HIANE et al., 2006).

Contudo, as propriedades nutricionais da amêndoa ainda são pouco exploradas (JUNQUEIRA et al., 2016). As amêndoas de bocaiúva constituem uma fonte proteica, destacando-se a ausência de inibidores de proteases (HIANE et al., 2006a), comumente encontrados em grãos de leguminosas como na soja. No conteúdo proteico da amêndoa, a treonina constitui o aminoácido essencial mais limitante, no entanto, contém elevados teores de lisina, metionina + cisteína, valina, isoleucina, fenilalanina. Embora o alto valor biológico (81,1%), a proteína da amêndoa de bocaiúva apresenta menor metabolizabilidade que a caseína, porém isso não impede seu consumo (HIANE et al., 2006b).

Quando destinado à alimentação animal, tanto o resíduo obtido na extração do óleo (polpa de bociúva) quanto a torta da amêndoa têm valor nutricional como fontes energéticas (WANDECK & JUSTO, 1982), a torta da polpa devido ao seu alto teor de fibras entra como volumoso em rações para ruminantes (JUNQUEIRA et al., 2016).

Estudos feitos por RAMOS et al. (2008) reportaram que a polpa de bociúva apresenta valor energético de 167,67 Kcal/100 g de polpa úmida, 52,99% de umidade; 8,14% de lipídios totais; 1,5% de proteínas bruta; 22,08% de carboidratos; 1,51% de cinzas e 13,76% de fibra. Por outro lado, BARRETO (2008) relatou valores de MS 81%, 9,8% de PB, 21,5% de EE, 44,8% de FDN, 21,4% de FDA e 11% de Lignina.

Existem alguns estudos realizados com este ingrediente alternativo para suínos, bovinos, ovinos e caprinos (PEREIRA, 2013). Porém, poucas pesquisas foram desenvolvidas relatando o uso dos subprodutos da bociúva em dietas para aves, em particular para frangos de corte de crescimento lento.

2.4 Energia Metabolizável

A energia é fundamental na elaboração das rações para aves, não é um nutriente, mas sim o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo animal e sendo o principal fator limitante para o desempenho das aves (NRC, 1994).

A energia produzida como calor quando as moléculas orgânicas são oxidadas é usada nos processos metabólicos dos animais (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016) primeiramente para processos vitais, realização de trabalho, atividade muscular, geração de calor e respiração assim como, para a manutenção da temperatura corporal (OLIVEIRA NETO et al., 2000; BERTECHINI 2004; SAKOMURA et al., 2014).

Os constituintes dos alimentos como carboidratos, lipídios, proteínas em forma de aminoácidos e parte de fibras, são fontes de energia para o organismo animal. Sendo que em média os carboidratos fornecem 4,139 kcal/g; as proteínas 5,6 kcal/g e os lipídios 9,4 kcal/g de EB, respectivamente (NRC, 1994). Porém, nem toda energia fornecida pelos nutrientes oxidados é totalmente aproveitada pelos animais (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016). Todavia, ocorrem perdas de energia no organismo animal que aparecem na forma de calor, o qual dependendo das condições ambientais, é utilizado para aquecer o corpo ou é dissipado para o ambiente (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

Nesse sentido, os valores que traduzem a utilização da energia pelos animais não-ruminantes são expressos de várias formas: energia bruta (EB) que é a energia contida no

alimento; energia digestível (ED) que representa a energia absorvida do alimento após o processo de digestão e é obtida pela diferença entre a energia bruta do alimento consumido e a energia bruta das fezes; energia metabolizável (EM) que é a energia aproveitada pelo animal, sendo obtida pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta das excretas (fezes + urina) e dos gases oriundos da digestão (que em aves é insignificante); e por fim a energia líquida (EL) que representa a energia que o animal utiliza para a manutenção e produção de ganho de peso (retenção lipídica ou proteica) e é obtida pela diferença entre a energia metabolizável e a energia perdida em forma de incremento calórico (BORGES et al., 2003; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

Nos estudos nutricionistas, a energia bruta não tem valor significativo e serve como um ponto de partida para outros sistemas de avaliação. A melhor forma de quantificar o aproveitamento energético do alimento pelo animal seria em forma de energia líquida, porém em aves, a utilização dessa partição energética não é usual devido à dificuldade na mensuração do incremento calórico (EMMANS, 1994) e também pelo fato de aves excretarem as fezes e urina em conjunto como excretas, a utilização da energia digestível nas formulações de rações é inviável, sendo a energia metabolizável a melhor forma de quantificar a energia disponível e aproveitada pela ave (HIIL & ANDERSON, 1958; LEESON & SUMMERS, 2001; BERTECHINI, 2004).

A energia metabolizável refere-se ao total potencial que o alimento tem para ser metabolizado pelo organismo. No entanto, nem toda energia excretada é originária da alimentação, algumas excreções ocorrem mesmo a ave estando em jejum, e representam células intestinais esmagadas, hormônios, enzimas e energia urinária endógena (LESSON & SUMMER, 2001) daí que a EM pode ser expressa em energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogénio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV), energia metabolizável verdadeira corrigida para balanço de nitrogénio (EMVn) e energia efetiva (EE) (SAKOUMURA & ROSTAGNO, 2016).

O valor de EMAn difere do valor da EMA pela correção associada ao balanço de nitrogénio (retido ou excretado). A correção baseia-se no fato de que, em aves em crescimento, parte da proteína ingerida e retida no organismo da ave, não é catabolizada até os produtos de excreção nitrogenada e conseqüentemente não contribui para a energia contida nas excretas. Porém, em aves adultas, parte dos compostos ingeridos são catabolizados e excretados em forma de ácido úrico (SIBBALD, 1982). Dessa forma, aves com graus distintos de retenção nitrogenada proporcionam diferentes valores de energia excretada para a mesma metabolizabilidade do alimento, evidenciando dessa forma que a correção pelo balanço de

nitrogénio é importante para padronizar e reduzir a variação nos valores de EMA dos alimentos mensurados em condições adversas (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

O sistema de EMA considera que toda energia encontrada nas excretas é unicamente oriunda da fração não digerida do alimento. No entanto, a energia fecal é proveniente de resíduos do alimento não digerido e da energia metabólica proveniente da bile, de escamações da parede intestinal e do suco digestivo (SIBBALD & WOLYNETZ, 1984). A energia da urina compreende a energia de origem alimentar que não foi utilizada, a energia endógena de subprodutos nitrogenados dos tecidos e a metabólica de subprodutos nitrogenados do metabolismo proteico (SIBBALD, 1982).

Em contrapartida, o sistema de EMV, proposto por HARRIS, (1966), corrige as perdas da energia fecal metabólica e urinária endógena e o valor subtraído da EMA (LEESON & SUMMER, 2004). Os valores de EMV expressam com maior segurança o conteúdo energético dos alimentos quando comparados aos valores de EMA (DALE & FULLER, 1982) pois a EMV é afetada pela ingestão alimentar ao contrário da EMA que diminui drasticamente quando a ingestão alimentar for muito baixa. Implicando que em situações de baixos consumos, a EMV superestima a energia dos alimentos enquanto a EMA os subestima (SIBBALD & WOLYNETZ, 1984). Porém para ambos os sistemas, EMA e EMV, aplica-se a correção dos valores energéticos pelo balanço de nitrogênio, aumentando assim a precisão na estimativa dos valores de EM (SIBBALD, 1981).

Todavia, diversos fatores afetam os valores de Energia Metabolizável dos alimentos, sobretudo dos subprodutos que são frequentemente utilizados na alimentação animal, tais como: composição das dietas, tamanho da partícula, tipo de alimento, nível de inclusão, consumo de ração, temperatura, idade e peso das aves, entre outros (ALBINO, 1991; MOREIRA et al., 1994; NOBLET & MILGEN, 2004; NASCIFI et al., 2004; SAKOMURA et al., 2004; NASCIMENTO et al., 2005; BRUMANO et al., 2006; SAKOUMURA & ROSTAGNO, 2016).

Existe relação direta entre conteúdo energético da dieta e o consumo de ração pelas aves (BERTECHINI et al 1991; LESSON et al.,1996; LIMA, 1996; ENGLERT, 1998; MENDES et al., 2004; MENDONÇA et al., 2007). O nível de energia da dieta determina a ingestão alimentar, ou seja, em dietas contendo quantidades adequadas de todos nutrientes necessários, a eficiência da utilização dos alimentos depende do conteúdo energético da dieta e isso tem influência direta na metabolizabilidade da energia e dos demais nutrientes (LEESON & SUMMER, 2001).

A porcentagem de substituição do alimento na dieta referência também afeta a precisão dos valores de EM determinados (SIBBALD & PRICE, 1975). De acordo com LEESON & SUMMERS (2001), o erro de determinação da dieta teste é multiplicado por um fator dividido pela porcentagem de substituição no cálculo de EM do alimento. Isso indica que, quanto maior a proporção do alimento na dieta teste, maior a precisão na determinação. Porém, o nível de inclusão do alimento depende do tipo de alimento; normalmente a substituição tem sido de 20 a 40%. Para ingredientes que afetam o consumo, por ser de baixa palatabilidade ou pelo alto teor de fibra, e aqueles que se apresentam na forma líquida, os níveis de substituição devem ser inferiores, como, por exemplo, os óleos tem sido incluso entre 7 a 10% da referência (SAKOUMURA & ROSTAGNO, 2016).

Observara-se que a substituição de 40% proporciona redução no valor de EMAn e nos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca e do extrato etéreo da semente e do farelo de girassol em relação ao nível de 20% para frangos de corte, sendo que provavelmente, o alto teor de fibras do alimento fez com que a metabolizabilidade da energia e dos nutrientes reduzisse devido ao aumento da taxa de passagem e por dificultar o acesso das enzimas digestivas aos nutrientes durante a digestão (FREITAS et al., 2004).

Aliado a isso, a incorporação de óleo de soja e outras fontes lipídicas em dietas para aves melhora a metabolizabilidade da energia por afetar o trânsito gastrointestinal reduzindo a velocidade do trânsito da digesta (GONZALO, 1982), por elevar a densidade energética e proporcionar menor incremento calórico que seria toda perda de energia durante os processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

Entretanto, alguns alimentos como milho e sorgo que são usados nas rações comerciais em níveis mais elevados, que não apresentam problemas de consumo, poderiam substituir totalmente a referência (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016). Na tentativa de verificar a possibilidade de inclusão de 40 e 100% de milho processado e não processado na dieta teste para determinar a EMAn, FREITAS et al. (2005) observaram valores pouco inferiores de EMAn quando o alimento substituiu 40% da dieta referência (3.474 kcal/kg MS) em relação a substituição total (3.638 kcal/kg MS). Todavia, os valores de EMA determinados com 100% do alimento (3.695 kcal/kg MS) e 40% (3.614 kcal/kg MS) foram semelhantes.

A utilização de diferentes componentes dietéticos (fibra, gordura) em função da idade e do peso da ave também pode influenciar no grau de aproveitamento da energia dos alimentos (NOBLET, 1996). A inclusão de fibra na dieta (dependendo dos níveis de inclusão e do tipo de fibra utilizada) melhora o desenvolvimento da moela (MATEOS et al., 2012), visto que sua presença nesse órgão eleva sua motilidade aprimorando dessa forma a mistura do alimento com

enzimas digestivas, influenciando os movimentos de todo o trato digestivo que proporcionam aumento na liberação de coliscistoquinina, hormônio importante na liberação de enzimas digestivas pelo pâncreas (SVIHUS et al., 2004; HETLAND et al., 2005).

Os lipídios são a principal fonte energética nas rações, porém, quando existir fontes provindas de gordura na fase inicial, a metabolizabilidade dos nutrientes é baixa. Isso é explicado pela capacidade digestiva que melhora com o avanço da idade e ao amadurecimento do aparato enzimático (CAREW et al., 1972).

O processamento dos alimentos principalmente folhas afeta diretamente o valor energético do alimento. Quando as folhas são moídas em partículas muito finas, formando literalmente um farelo fino ou farinha, melhora o aproveitamento dos nutrientes, visto que o menor tamanho das partículas resulta em maior superfície de contato do material com as enzimas digestivas dos microrganismos presentes no ceco e consequente maior fermentação e rompimento da camada de epiderme das células vegetais que é uma barreira para a aderência e penetração dos microrganismos (PENZ & MAIORKA, 1996; CARVALHO & PIRES, 2008).

Outro fator importante que afeta o aproveitamento dos nutrientes é a idade das aves. A capacidade digestiva das aves varia em função da idade, ocorrendo aumento dos valores de aproveitamento dos nutrientes com o avanço da idade, em função do desenvolvimento dos órgãos e do sistema digestivo. A energia metabolizável tende a aumentar com a idade da ave, pois o trato digestório estará mais desenvolvido e com maior capacidade de aproveitamento dos nutrientes (MC DONALDS et al., 2005). SAKOMURA et al. (2004) avaliaram o efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e metabolizabilidade dos nutrientes e observaram um aumento linear da atividade da amilase, tripsina e lipase pancreática com o avançar da idade da ave e a fase de maior aumento ocorreu na segunda semana de idade, coincidindo com a fase de maior aumento da atividade das enzimas digestivas, o que evidencia a influência da idade da ave no aproveitamento da energia dos alimentos. NASCIMENTO et al. (2005) num estudo com galos adultos e pintos de 16 dias de idade e diferentes farinhas de vísceras, observaram efeito da idade sobre os valores de EMAn, verificaram que aves adultas apresentaram maiores valores de EMAn (3621 kcal/kg) quando comparados com os valores apresentados pelos pintos (3402 kcal/kg).

2.5 Métodos de determinação de energia metabolizável

A determinação dos valores de energia metabolizável e da metabolizabilidade dos nutrientes de ingredientes que compõem rações para aves tem sido realizada através de ensaios de metabolismo. Estes foram introduzidos na década de 60, através dos estudos feitos por HILL & ANDERSON (1958) e POTTER & MATTERSON (1960) que preconizam um período preliminar de adaptação dos animais às instalações e às rações a fim de estabelecer condições de equilíbrio digestivo, o qual deve ser de 4 a 7 dias e o período de coleta de excretas deve ser de 4 a 5 dias (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016). No entanto, FERREIRA et al. (2009) relataram que 3 dias de adaptação às dietas e 3 dias de coleta de excretas são suficientes para determinar a metabolizabilidade dos nutrientes.

Na execução deste tipo de ensaios podem ser utilizadas aves em crescimento, pintos a partir de 10 dias de idade ou aves adultas, geralmente galos (SIBBALD, 1975; FARRELI, 1981).

Diversos métodos foram propostos para determinar a EM (HILL et al., 1960; POTTER et al., 1960), os quais permitem obter os valores de EMA. Segundo SIBBALD (1960), a utilização do método de coleta parcial, utilizando como indicador fecal externo o óxido de cromo, proporcionou valores mais precisos de EMA. Para POTTER, (1972), os resultados mais precisos foram obtidos pelo método de coleta total de excretas.

2.5.1 Coleta Total

A metodologia de coleta total de excretas é um dos métodos mais utilizados para determinar a metabolizabilidade dos nutrientes, assim como os valores de energia metabolizável das rações e dos ingredientes para aves e outros monogástricos (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

Este método pressupõe o alojamento dos animais em gaiolas metabólicas, permitindo o controle das unidades experimentais do total de alimento ingerido e excretado durante o período experimental. O ensaio envolve um período de adaptação dos animais às rações e às instalações; seguido de um período de coleta das excretas e controle de consumo das rações, (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

A precisão dos valores de energia metabolizável depende da quantificação total do alimento consumido e do total de excretas produzidas durante o período de coleta. Vários critérios tem sido utilizados para definir o início e término das coletas: o estabelecimento do mesmo horário para início e fim das coletas baseia-se no fato que parte das excretas que

estavam no trato digestivo no início é compensada pelas perdas no final de coleta (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016); outra forma é o uso de marcador óxido férrico (1 ou 2%) nas rações no primeiro e no último dia de coleta para marcar o início e o fim do período de coleta. A quantidade de excretas coletadas representa a excreção fecal proveniente da ração consumida da primeira vez que o marcador foi fornecido até a última refeição não marcada, antes de o marcador ser fornecido pela segunda vez (RODRIGUES, 2005).

Para a determinação dos valores energéticos e a metabolizabilidade dos nutrientes de um alimento, são utilizadas duas dietas: uma dieta referência e outra dieta teste. A dieta teste é obtida pela inclusão de uma porcentagem do ingrediente em estudo em substituição à referência (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016), na qual o ingrediente teste pode ser substituído por glicose mono-hidratada, o valor de energia atribuído a glicose é 3,65 kcal/g, e a dieta contém 50% de glicose (ANDERSON et al., 1958) e a outra forma é quando o ingrediente teste é substituído por uma parte da dieta referência (SIBBALD & SLINGER, 1963). Entretanto, o uso da glicose como referência devido ao erro atribuído ao valor da energia da glicose, pode refletir-se no valor da energia metabolizável do ingrediente (LEESON & SUMMERS, 2001).

Contudo, apesar desta metodologia apresentar bons resultados, tem apresentado alguns problemas difíceis de serem controlados e que interferem nos valores de EM e dos coeficientes de metabolizabilidade determinados. Devido à contaminação das excretas com ração, penas, descamação da pele e perda de excreta durante o processo de coleta, a dificuldade na obtenção de uma amostra representativa das excretas para posteriores análises tem sido o principal problema. Outro cuidado a considerar em relação à coleta de excretas é evitar sua fermentação, reduzindo o intervalo entre as coletas (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016). Os fatores acima mencionados podem causar alteração na composição das excretas devido à fermentação e/ou aderência do material fecal contaminado e erros no cálculo do consumo devido aos desperdícios de ração que acabam sendo considerados como ração ingerida.

Outro aspecto que tem merecido atenção dos pesquisadores no uso desta metodologia é a variação no valor de EM avaliado ao período de coleta. Períodos de coleta curtos (24 a 48 h) resultam em menor valor de EMA principalmente quando o alimento for de difícil digestão ou conter alguma substância tóxica (CHAMI et al., 1980). Por outro lado, recomenda-se o uso de períodos mais longos (acima de 48 h) para coleta de excretas de aves alimentadas com ingredientes que provoquem taxa de passagem mais lenta (RODRIGUES et al., 2005).

Embora a utilização da metodologia de coleta total seja a mais comum, existem outras que permitem a determinação dos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes e dos valores de energia metabolizável de maneira indireta, por meio do uso de indicadores,

substâncias inertes adicionadas ao alimento, reduzindo o custo e duração do período experimental.

2.5.2 Coleta Parcial

O método de coleta parcial de excretas é outra forma de determinação dos valores de metabolizabilidade dos nutrientes por meio de uma relação entre substâncias indigestíveis presentes no alimento e nas excretas (KOBT & LUCKEY, 1972). Esta metodologia baseia-se no fornecimento de uma quantidade conhecida de uma substância indigestível, denominada indicador. Através desta substância é determinado um fator de digestibilidade e, com este, é estimada a quantidade de excretas que corresponde a uma unidade de ração consumida, sendo calculada posteriormente a quantidade de nutriente presente na dieta que foi digerida e absorvida pelo animal (SAKOUMURA & ROSTAGNO, 2016).

Nesta metodologia, faz-se uma coleta parcial da excreta em locais mais limpos e isentos de penas ou restos de ração. O uso desta metodologia dispensa a necessidade de quantificar o consumo de ração, volume de excretas produzido e evita a contaminação das excretas, seja por umidade ou outros. Porém, para obter bons resultados com a utilização de indicadores, é necessário que estes estejam uniformemente misturados a ração e sejam padronizadas as análises químicas para determinar a sua concentração nas rações e excretas (SIBBALD, 1987).

O uso de indicadores permite a alimentação *ad libitum* e um período de coleta mais curto (SCOTT & BOLDAJI, 1997). Apesar de não exigir longos períodos de coleta com o uso de indicador, é preciso que esse período se estenda pelo menos por 24h, para que sejam evitadas variações na composição da excreta entre noite e o dia (YOSHIDA & MORIMOTO, 1957).

Um bom indicador deve obedecer as seguintes especificações: ser indigestível, misturar-se uniformemente com a digesta, ser inalterado durante a passagem pelo intestino e que não altere o trânsito intestinal, que não exerça influência sobre os processos fisiológicos no trato digestivo que não se associe a outros nutrientes, seja totalmente recuperado nas excretas e que tenha facilidade nas análises laboratoriais (KOBT & LUCKEY, 1972).

Os indicadores podem ser classificados como internos e externos (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016). Os indicadores externos são substâncias adicionadas à ração que não são digeridas pelo animal, com o objetivo de determinar a metabolizabilidade dos nutrientes ou a disponibilidade de energia de um ingrediente (SALES & JANSSENS, 2003).

Entre os indicadores externos utilizados em ensaios com aves, podem ser utilizados óxido crômico e dióxido de titânio; sendo que o óxido crômico ocupa lugar de destaque por

apresentar resultados de metabolizabilidade semelhantes à coleta total (SIBBALD et al., 1960), porém observa-se variabilidade nos resultados obtidos com o uso de indicadores (VOHRA, 1972; HAN et al., 1976; ZANELLA, 1998; MONFORTE-BRAGA et al., 2006). Essa variação é atribuída a fatores como incompleta recuperação do indicador na excreta e a dificuldade em reproduzir os resultados em diferentes laboratórios (HAN et al., 1976), isso ocorre porque quando se utilizam métodos calorimétricos, é difícil obter uma cor estável e uniforme no momento de leitura, o que resulta em concentrações subestimadas. Sendo assim, recomenda-se o uso de espectrofotometria de solução atômica pelo fato de neste método a cor da solução não exerce efeito sobre os resultados (VOHRA, 1972).

Já os indicadores internos são componentes naturais dos ingredientes a serem testados, sem necessidade de serem adicionados à dieta. A cinza ácida insolúvel é o indicador mais utilizado neste tipo de ensaios e é considerada como indicador interno em ruminantes por fazer parte das forrageiras (SALES & JANSEN, 2003). No entanto, SHANG et al. (1982) observaram que tanto o uso do óxido crômico quanto da cinza ácida insolúvel proporcionou resultados semelhantes de EMA dos alimentos.

A comparação entre os resultados de energia obtidos na metodologia de coleta total de excretas e uso de indicadores leva a valores controversos. RODRIGUES et al. (2005) avaliaram diferentes níveis de óxido crômico (0,2; 0,4; 0,6; e 0,8 %) e observaram variações nos valores de EMAn; da mesma forma MORATA et al. (2006) os valores de EMA obtidos pela metodologia de coleta total foram superiores quando comparados aos valores estimados com o uso do óxido crômico.

Com os resultados obtidos no presente estudo, foram elaborados dois artigos intitulados: Artigo 1- Metodologia para determinação de Energia Metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da moringa e da bocaiúva para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades. Artigo 2- Energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da moringa e bocaiúva para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades, redigidos conforme as normas dos Anais da Academia Brasileira de Ciências e adaptações às normas de elaboração de dissertações e teses do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal/FAMEZ/UFMS.

3 REFERÊNCIAS

ABIMILHO. Brasil: estimativa de consumo por segmento. [Apucarana], 2006. Disponível em: [http:// www.abimilho.com.br/estatistica4.htm](http://www.abimilho.com.br/estatistica4.htm). Acesso em: 28 setembro de 2018.

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

ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.26, n.6, p.1037-1046, 1992.

ALMEIDA, S.P. Cerrado – **Aproveitamento alimentar**, Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 188p.

ANDERSON, D.L.; HILL, F.W.; RENNER, R. Studies of the metabolizable and productive energy of glucose for the growing chick, **Journal Nutrition**, v.65, p.561-574, 1958.

ANWAR, F.; RASHID, U. Physico-chemical characteristics of Moringa oleifera seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. **Pakistan Journal Botanic**, v. 39, n. 5, p. 1443–1453, 2007.

BARRETO, M. B.; BEZERRA, A. M. E.; FREITAS, J. V. B.; GRAMOSA, M. V.; NUNES, E. P.; SILVEIRA, E. R. “Constituintes químicos voláteis e não-voláteis de Moringa oleifera Lam., Moringaceae.” **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 19, n. 4, p. 893-897, 2009.

BARRETO, S.M.P. Avaliação dos níveis de inclusão da torta de macaúba [Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. Ex Mart.] na alimentação de caprinos. **Dissertação** (Mestrado). 102 p. Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros, 2008.

BELLAVER, C; SNIZEK.P.N. **Processamento da soja e suas implicações na alimentação de suínos e aves**. Nutricionista Animal, PhD – Embrapa Suínos e Aves – 89700-000 - Concórdia – SC.

BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUEZ, N.M. Valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.710- 721, 2003.

BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; AVILA, V.S. et al. Composição química e energia metabolizável de óleos, arroz vermelho e subprodutos do arroz visando a alimentação de aves. In: Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005.5p. **Anais...** (Comunicado Técnico 401).]

CARRIJO, A.S.; FASCINA, V.B.; SOUZA, K.M.R. et al. Níveis de farelo da raiz integral de mandioca em dietas para fêmeas de frangos caipiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.131-139, 2010.

CARRIJO, A. S.; MENEZES, G. P.; SILVA, M. J.; OLIVEIRA, M. S. S.; ONSELEN, V. J. V. Utilização do farelo de raiz integral de mandioca como fonte energética alternativa na engorda de frango tipo caipira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM. Nutrição de Não-Ruminantes.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Arquivos de zootecnia.**, v.57, p.13-28, 2008.

CICONINI, G. Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Campo Grande (MS). Universidade Católica Dom Bosco. **Dissertação** (Mestrado em biotecnologia). p.128.2012.

CICONINI, G.; FAVARO, S.P.; ROSCOE, R.; MIRANDA, C.H.B.; TAPETI, C.F.; MIYAHIRA, M.A.M.; BEARARI, L.; GALVANI, F.; BORSATO, A.V.; COLNAGO, L.A.; NAKA, M.H. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Industrial Crops and Products**, 45, 208-214, 2013.

CICONINI, C.; FAVARO, S.P.; SOUZA, C.F.T.; MIYAHIRA, M.A.M.; CORRÊA, A.; PLEIN, G.S.; SOUZA, J.L.C.; SANTOS, G.P. Óleo da polpa de macaúba: variabilidade das características físico-químicas em plantas do Mato Grosso do Sul. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. **Anais**. João Pessoa – PB. 2010.

DE OLIVEIRA, H.F.; SANTOS, J.S.; ALBUQUERQUE, F.S. Utilização de alimentos alternativos na alimentação de codornas. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 5, p. 36833690, 2014

DEI, H. K.; ROSE, S. P.; MACKENZIE, A. M. Shea nut (*Vitellaria paradoxa*) meal as a feed ingredient for poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n. 4, p. 611-624, 2007.

EMMANS, G.C. Effective energy: A concept of energy utilization applied across species. **British Journal of Nutrition**, v.71, p.801-821, 1994.

FERREIRA, M.A.; FILHO, S.C.V.; Marcos Inácio MARCONDES, M.I.; PAIXÃO, M.L.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.

FERNANDES, J.I.M.; CONTINI, J.P.; PROKOSKI, K.; GOTTARDO, E.T.; CRISTO, A.B.; PERINI, R. Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1, p.181-190, 2017.

FELINTO, S, J.; GRANGEIRO, J.I.T. Desempenho de aves caipira de corte alimentadas com mandioca e palma forrageira enriquecidas com levedura. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.6, n.2, p.49-54. 2012.

FISCHER JR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

GADZIRAYI, C.T.; MASSAMHA, B.; MUPANGWA, J.F.; WASHAYA, S. Performance of broiler chickens feed moringa oleifera leaf meal as a protein supplement to soybean meal. **International Journal Poultry Science.**, v.11, p.5-10, 2012.

HAN, I.; HOCHSTETLER, H.; SCOTT, M. Metabolizable energy values of some poultry feeds determined by various methods and their estimation using metabolizable of the dry matter. **Poultry Science**, v.55, p.1335-1342, 1976.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; CHOCT, M. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal Applicate of Poultry Results.**, v.14, p.38-46, 2005.

HIANE, P.A.; BALDASSO, P.A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M.L.R. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p.683-689, 2006a.

HIANE, P.A.; MACEDO, M.; SILVA, G.; BRAGA NETO, J.A. Avaliação nutricional da proteína de amêndoas de bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., em ratos Wistar em crescimento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, p.191-206, 2006b.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; LÁZARO, R.; MATEOS, G.G. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard ph. and nutrient utilization in broilers at different ages. **Poultry Science.**, v.88, p.1925-1933, 2009.

JULIANO, R.S.; LISITA, F.O.; TIAMBO, C.K.; SOARES FILHO, M.S.; FELIX, G.A.; Desafios na construção participativa da pesquisa sobre transição agroecológica: alimentos alternativos para galinhas poedeiras. 2º Seminário de Agroecologia da América do Sul. **Agroecol**, 2016 Dourados-MS.

JUNQUEIRA, N.T.V.; FAVARO, S.P.; BRAGA, M.F.; CONCEIÇÃO, L.DH.C.S.; ANTONIASSI, R.; CICONINI, G.; SILVA, D.B.; **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**. Brasília-Distrito Federal. p.117 a 137, 2016.

KOBT, A.R.; LUCKEY, T.D. Markers in nutrition. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.42, p.813-845, 1972.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the Chicken**. 4ª edição., Guelph, Ontário, Canadá, 591p, 2001.

LORENZI, G.M.A.C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. – Arecaceae: Bases para o extrativismo sustentável. **Tese** (Doutorado). 156p. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

MACAMBIRA, G.M., RABELLO, C.B.V., NAVARRO, M.C.M.M., LUDKE, J.C.R., SILVA, E.C., LOPES, G.R., NASCIMENTO, C.C., LOPES, C.C., BANDEIRA, J.M., SILVA, D.A. Caracterização nutricional das folhas de *Moringa Oleifera* (MOL) para frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.2, p.570-578, 2018.

MAKKAR, R., H.P.S. & K. BECKER. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. **Animal Feed Science and Technology**, n 63: p. 211-228, 1996.

- MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Nutrients and antiequality factors in different morphological parts of the moringa oleifera tree. **Journal Agricultural Science.**; v.128, p.311-322, 1997.
- MATEOS, G.G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M.P.; LÁZARO, R.P. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Journal Applicate of Poultry Results.**, v.21, p.156-174, 2012.
- MOURA, A.S.; SOUZA, A.L.G.; OLIVEIRA JUNIOR, A.M. et al. Caracterização físico-química da folha, flor e vagem da Moringa (*Moringa Oleifera Lamarck*). In: ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA, 2010, Aracajú. **Anais.** Sergipe, 2010.
- MORATA, R.; MACHADO, T.; ALBINO, L.F.; ROSTAGNO, H.S.; DETMANN, E.; FERNANDES, L. Técnicas de avaliação dos valores energéticos e dos coeficientes de digestibilidade de alguns alimentos para emas (*Rhea americana*) em crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1381-1388, 2006.
- MOREKI, J.C. & GABANAKGOSI, K. Potential use of Moringa oleifera in poultry diets. **Global Journal of Animal Scientific Research.** v. 2, n. 2, p. 109-115, 2014.
- MOYO, B.; MASIKA, P.J.; HUGO, A.; MUCHENJE, V. Nutritional characterization of moringa oleifera leaves. **African Journal Biotechnology.**, v.10, p.12925-12933, 2011.
- MUTAYOBA, S.K.; DIERENFELD, E.; MERCEDES, V.A. et al. Determination of chemical composition and ant-nutritive components for Tanzanian locally available poultry feed ingredients. **International Journal Poultry Science.**, v.10, p.350-357, 2011.
- NASCIMENTO, G.A.J.; COSTA, F.G.P.; AMARANTE JÚNIOR, V.S. et al. Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte durante as fases de engorda e final. **Ciência e Agro tecnologia**, v.29, n.1, p.200-207, 2005.
- NRC- National Research Council. **Nutrient Requirements of Poultry.** National Academy Press, 9th, Washington, 176p.1994.
- NUCCI, S.M. Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microsatélites em genética de população de macaúba. **Dissertação** (Mestrado). 84p. Instituto Agrônomo Campinas. Campinas, 2007.

NUHU, F. Effect of Moringa leaf meal on nutrient digestibility, growth, carcass and blood indices of weaner rabbits. Master's Thesis. Kumasi: Kwame Nkrumah University of Science and Technology. **Kwame Nkrumah University of Science and Technology**, 2010.

OLUGBEMI, T.S., S.K MUTAYOBA AND F.P. LEKULE. Evaluation of Moringa oleifera leaf meal inclusion in cassava chip diets fed to laying birds. *Livest. Res. Rural Develop.*, v. 22, n. 118, 2010.

PAES, M. C. D.; BICUDO, M. H. Nutritional perspectives of Quality Protein Maize. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY PROTEIN MAIZE, 1995, Sete Lagoas. **Quality Protein Maize**: p. 65-78, 1997.

PERREIRA, J.H.B.; Valor nutritivo da torta da polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*) para suínos em crescimento. **Dissertação**. Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Veterinária. 2013.

PENZ, J.R.; MAIORKA, A. Uso de rações com diferentes graus de granulometria para frangos de corte. Curitiba. In: CONFERÊNCIA APINCO 96 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APINCO, 1996. P.33-50.

PENZ, J.R.; KESSLER, A.M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, P.1-24, 1999.

POTTER, L.M.; MATTERSON, L.D. Metabolizable energy of feed ingredients for the growing chicks. **Poultry Science**, v.39, p.781-782, 1960.

PRITCHARD, M; CRAVEN, T.; MKANDAWIRE, T.; EDMONDSON, A.S; O'NELL, J.G. A study of the parameter's effectiveness of moringa oleifera in drinking water purification. **Physics and Chemistry of the Earth**, Parts A/B/C, v. 35, n.13, p. 791-797, 2010.

RAMOS, M. I. L.; SIQUEIRA, E.M.; ISOMURA, C.C.; BARBOSA, M.A.; ARRUDA, F.S. Bocaiúva (*Acrocomia aculeata* (Jacq Lodd) improved Vitamin A status in rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 22, n. 8, p. 3186-3190, 2007.

RAMOS, M.I.L.; RAMOS FILHO, M.M.; HIANE, P.A.; BRAGA NETO, J.A.; SIQUEIRA, E.M.A. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq Lodd). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 90-94, 2008.

RASHID, U.; ANWAR, F.; MOSER, B.R.; KNOTHEG, G. Moringa oleífera oil: A possible source of biodiesel. **Bioresource technology**, v. 99, n. 17, p. 8175-8179, 2008.

RODRIGUES, P.; MARTINEZ, R.; FREITAS, R.; BERTECHINI, A.; FIALHO, E. In fluência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.882-889, 2005.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. Fontes Brasileiras de carotenoides: **Tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, N.I. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª Edição, Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, 488p, 2017.

SAKOUMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos, In: **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. 2ª Edição, Jaboticabal: Funep, 262p, 2016.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Nutrição de não ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep. 678p, 2014.

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

SALES, J.; JANSSENS, G.P. The use of markers to determine energy metabolizable and nutrient digestibility in avian species. **Worlds Poultry Science Journey**, v.59, p.314-327, 2003.

SANTOS, F. R. Comparação da eficiência digestiva e metabolismo de nutrientes e de energia entre frangos de crescimento lento e rápido. **Tese**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Brasil, 2012.

SANTOS, F.R.; OLIVEIRA, P.R.; MINAFRA, C.S.; DUARTE, E.F.; ALMEIDA, R.R.; SILVA, W.J. Desenvolvimento digestivo e aproveitamento energético em frangos de corte. **PUBVET**. v.6, n.18, ed.205, 2012.

- SCOTT, T.A.; BOLDAJI, F. Comparison of inert markers [chromic oxide or insoluble ash (Celite TM)] for determining apparent metabolizable energy of wheat or barley-based broiler diets with or without enzymes. **Poultry Science**, v.76, n.9, p.594-598, 1997.
- SIBBALD, I.R.; PRICE, K. Variation in the metabolizable energy values of diets and dietary components fed to adult roosters. **Poultry Science**, v.54, p.448-456, 1975.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for true metabolizable energy in feeding stuffs, **Poultry Science**, v.55, n.1, p.303-308, 1976.
- SIBBALD, I.R. Metabolizable energy in poultry nutrition. **BioScience**, v.30, p.736-741, 1980.
- SIBBALD, I.R. Measurement of bioavailable energy in poultry feeding stuffs: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.62, p.983-1048, 1987.
- SIBBALD, I.D.; SUMMERS, J.D.; SLINGER, S.J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feed. **Poultry Science**, v.39, p.544-556, 1960.
- SILVA.E.P.; RABELLO.C.B.V.; LIMA.M.B.; LOUREIRO.R.R.S.; GUIMARÃES.A.A.S.; JÚNIOR.W.M.D.; Valores energéticos de ingredientes convencionais para aves de postura comercial. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 91-100, jan/mar. 2009.
- SVIHUS, B.; JUVIK, E.; HETLAND, H.; KROGDAHL, A. Causes for improvement in nutritive value of broiler chicken diets with whole wheat instead of ground wheat. **Brazilian Poultry Science**, v.45, p.55-60, 2004.
- TASFAYE, B.E.; GETACHEW, M.; MENGISTU, L.A.; DESSIE, A.T. Cassava root chips and Moringa Oleifera leaf meal as alternative feed ingredients in layer ration. **Journal Applied Poultry Research**, v. 23, p. 614-624, 2014.
- TRONI, A.R.; GOMES, P.C.; MELLO, H.H.C.; ALBINO, L.F.T.; ROCHA, T.C. Composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.4, p.755-760, 2016.
- TOSELLO, G.A. Milhos especiais e seu valor nutritivo, In: VIEGAS, G. P.; PATERNIANE, E. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill. v. 1, p. 375-409, 1987.
- WEBER E. J. Variation in corn (*Zea mays* L.) for fatty acid compositions of triglycerides and phospholipids. **Biochemical Genetics**, New York, v. 21, p. 1-13, 1983.

YOSHIBA, M.; MORIMOTO, H. Reliability of the chromic oxide indicator method for determination of digestibility with growing chickens. **Journal of Nutrition**, v.61, p.31-38, 1957.

ZANU, H.K.; ASIEDU, P.; TAMPUORI, M.; ABADA, M.; ASANTE, M. Possibilities of using Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a partial substitute for fishmeal in broiler chickens diets. **Journal Animal Feed Research.**, v.2, p.70-75, 2012.

Metodologia para determinação de Energia Metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da moringa e da bocaiúva para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades

RESUMO - Com o objetivo de avaliar os métodos de coleta total e parcial de excretas para determinar a metabolizabilidade da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva em dietas para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades, foram utilizados 420 pintainhos machos Pescoço Pelado Vermelho, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, sobre arranjo fatorial 2x3 (método de coleta x idade das aves) com seis tratamentos e sete repetições, com 10 aves por unidade experimental. Foi utilizado óxido férrico (1%) como marcador e dióxido de titânio (1%) como indicador. Foram determinados das excretas, rações e dos ingredientes teste os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo e os valores de EMA e EMAn. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca foi superior ($P<0,05$) na metodologia de coleta parcial nas diferentes idades. A metodologia de coleta total apresentou maiores ($P<0,05$) coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta, do extrato etéreo, e maiores valores de EMA e EMAn dos dois alimentos nas diferentes idades. O método de coleta total é o mais preciso para determinação de energia metabolizável e dos coeficientes de metabolizabilidade da moringa e da bocaiúva para frangos de crescimento lento independentemente da idade.

Palavras chave: alimento alternativo, coleta parcial, coleta total

Methodology for Determination of Metabolizable Energy and metabolizable moringa and bocaiúva coefficients for slow-growing broilers at different ages

ABSTRACT – In order to evaluate the total and partial excreta collection methods to determine the metabolizable of the moringa leaf meal and the bocaiúva pulp in diets for slow - growing broiler chickens at different ages, 420 male chicks were used , distributed in a completely randomized design, on a 2x3 factorial arrangement (collection method x age of birds) with six treatments and seven replications of 10 birds each. Ferric oxide (1%) was used as a marker and titanium dioxide (1%) as indicator. The dry matter, crude protein, ethereal extract, and crude energy contents were determined from the excreta, rations and test ingredients, and the metabolizable coefficients of dry matter, crude protein and ethereal extract, and AME and AMEn values were calculated. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% probability. The coefficient of metabolizable of dry matter was higher ($P < 0.05$) in the methodology of partial collection at different ages. The total collection methodology presented higher ($P < 0.05$) metabolizable coefficients of crude protein, ethereal extract, higher value of AME and AMEn of the two foods at different ages. The total collection method is the most accurate for the determination of metabolizable energy and the metabolizable coefficients of moringa and bocaiúva for slow - growing chickens regardless of age.

Keywords: alternative food, partial collection, total collection

INTRODUÇÃO

É fundamental conhecer o valor nutritivo dos alimentos para a formulação de rações nutricionalmente viáveis (GENEROSO et al., 2008). Todavia, é necessário determinar a composição química, a disponibilidade dos nutrientes, a concentração e o aproveitamento de energia dos alimentos.

O valor de energia metabolizável dos alimentos é considerado como a medida padrão da disponibilidade de energia utilizada para formulações de rações para aves (LEESON & SUMMERS, 2001; BERTECHINI, 2004; GENEROSO et al., 2008). Ela representa a energia disponível e aproveitada pelo animal e a precisão desses valores e sua correta utilização são necessárias para se obter ótima produtividade e máxima rentabilidade (GENEROSO et al., 2008).

Entre as metodologias empregadas para a determinação dos valores energéticos dos alimentos para aves, destacam-se o método tradicional de coleta total de excretas (SIBBALD & SLINGER, 1963), o da alimentação precisa (SIBBALD, 1976), e o método de coleta parcial (FARREL, 1978).

O método de coleta total é o mais utilizado para a determinação da metabolizabilidade dos nutrientes, assim como dos valores de energia metabolizável das rações e dos ingredientes para aves e outros não-ruminantes (RODRIGUES et al., 2005; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016). No entanto, fatores como a idade das aves (BRUMANO et al., 2006), peso corporal (NOBLET & MILGEN, 2004), sexo (NASCIF et al., 2004), consumo (ALBINO, 1991), níveis de substituição do alimento teste na ração referência (NASCIMENTO et al., 2005) podem resultar em alterações nos valores de energia obtida.

Dentre os métodos, o de coleta parcial é considerado mais fácil e mais seguro por se fazer a coleta em locais mais limpos, isentos de penas ou restos de ração (SIBBALD, 1987), permitindo estimar a produção de matéria seca fecal e o fluxo de matéria seca nas diferentes partes do trato gastrointestinal (RODRIGUES et al., 2005); por meio de uma relação entre substâncias indigestíveis presentes no alimento e nas excretas (KOBT & LUCKEY, 1972). No entanto esse método é criticado pela falta de padronização no preparo de amostras em laboratório e está sujeita a grandes variações, o que resulta em dados variados (sub ou superestimados), limitando dessa forma a sua utilização (RODRIGUES et al., 2008).

Diversos estudos relataram comparações entre os valores de energia metabolizável determinados por diversos métodos. Alguns autores concluíram que os melhores resultados foram obtidos pela metodologia de coleta total (POTTER, 1972; KOBT & LUCKEY, 1972;

RODRIGUES et al., 2005), porém SIBBALD (1960) ao usar o indicador fecal (óxido de cromo) encontrou valores de metabolizabilidade mais precisos.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os métodos de coleta total e parcial de excretas para determinar a metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE), energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva em dietas para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório Experimental em Ciência Aviária (LECA) e Laboratórios de Nutrição e Nutrição Aplicada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a aprovação da Comissão de Ética e Uso de Animais (CEUA) protocolado com o número 977/2018.

Foram alojados 420 pintainhos de um dia de idade, machos da linhagem Pescoço Pelado Vermelho em gaiolas de metabolismo com dimensões de 60 x 80 x 42 cm, munidas de comedouro frontal tipo calha, bebedouro tipo nipple e bandejas para o recolhimento das excretas. Até o 16º dia de idade, as aves receberam ração à base de milho e farelo de soja (dieta referência), formulada de acordo as exigências nutricionais para aves de reposição semipesadas ROSTAGNO et al. (2017) (Tabela 1).

Posteriormente, as aves foram padronizadas por peso ($\pm 10\%$) do peso médio do lote, de forma que todas as unidades experimentais possuíssem pesos semelhantes e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, sobre arranjo fatorial 2x3 (método de coleta x idade das aves) com sete repetições, de 10 aves por unidade experimental. Os métodos de coleta avaliados foram o de coleta total e a coleta parcial, conforme a metodologia proposta por SAKOMURA & ROSTAGNO (2016), avaliados nos períodos inicial (19 a 26 dias), de crescimento (47 a 54 dias) e final (69 a 76 dias) de criação.

Os tratamentos consistiram em dieta referência; dieta teste composta de 80% da dieta referência+20% de farinha de folhas de moringa (folha de moringa seca e moída) e dieta teste composta de 80% da dieta referência+20% de polpa de bocaiúva (resíduo após a extração de óleo). Ração e água foram fornecidos à vontade. Cada período consistiu em três dias de adaptação às dietas experimentais e cinco dias de coleta de excretas.

Tabela 1. Composição percentual e valores calculados da dieta referência para frangos de corte de crescimento lento

Ingredientes (%)	Fases de criação		
	Inicial (19 a 26 dias)	Crescimento (47 a 54 dias)	Final (69 a 76 dias)
Milho (7,88%)	59,436	63,230	72,628
Farelo de soja (46%)	34,407	30,708	24,330
Óleo de soja	0,050	0,050	0,000
Inerte	2,278	1,935	0,000
Fosfato Bicálcico	1,795	1,802	1,621
Calcário	1,002	0,983	0,909
Sal	0,421	0,381	0,354
DL- metionina	0,273	0,242	0,000
L- lisina HCl	0,131	0,073	0,000
L-treonina	0,050	0,020	0,000
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
TOTAL	100,00	100,00	100,00
Valores calculados			
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2850	2850	3004
Proteína Bruta (%)	20,980	19,500	17,046
Metionina + cisteína dig. (%)	0,842	0,767	0,485
Lisina dig. (%)	1,138	0,959	0,758
Treonina dig. (%)	0,762	0,675	0,581
Cálcio (%)	0,950	0,930	0,840
Fósforo disp. (%)	0,440	0,430	0,390
Sódio (%)	0,180	0,170	0,160

Níveis por kg de ração, ¹Suplemento mineral: 11,00 mg Zinco; 3,04 mg Ácido Pantotênico; 0,22 mg Iodo; 0,06mg Selênio; 90 3 mg Colina; 8,48 mg Ferro; 2,64 mg Cobre; 15,15 mg Manganês, 2660.

Níveis por kg de ração. ²Suplemento vitamínico: 2,400 UI Vitamina A; 480 UI Vitamina D3; 0,32 mg Vitamina K3; 0,51 mg Vitamina B1; 1,38 mg Vitamina B2; 0,64 mg Vitamina B6; 2,88 mg Vitamina B12; 3,00 mg Vitamina E; 7,12 mg Niacina.

Adicionou-se às dietas 1% do marcador óxido férrico para estabelecer o início e o fim do período de coleta de excretas e 1% de dióxido de titânio como indicador para determinação do fator de indigestibilidade.

Após o período de adaptação, em cada período de criação as excretas foram coletadas duas vezes ao dia, às 8 e 16h. Para o método de coleta total de excretas, em todas as fases de criação nas unidades experimentais, a quantidade de ração fornecida e as sobras ao final do período de coleta foram pesadas para a determinação do total de ração consumida.

Durante todo o período experimental, diariamente foram verificadas a ocorrência de mortalidade e as temperaturas, máxima e mínima, e a umidade relativa do ar, às 07 e 17h.

Ao final de cada coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados por tratamento e repetição, e imediatamente armazenadas em

freezer, para análises posteriores. Amostras de ração e ingredientes foram armazenadas para posteriores análises.

Ao término do período total de coletas, todas as amostras de excretas correspondentes de cada unidade experimental e fase de criação, foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas. Da massa homogênea foi retirada uma alíquota (200g). As amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72 horas e, posteriormente processadas em moinho tipo faca com peneira com crivos de 1 mm para obtenção de material finamente moído e acondicionadas em recipientes plásticos para análises de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N), segundo SILVA & QUEIROZ, (2002). As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de nutrição aplicada e nutrição animal, ambos na FAMEZ/UFMS.

Foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn), utilizando-se equações propostas por MATTERSON et al. (1965).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SAS 9.0.

RESULTADOS

As médias de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período experimental variaram entre: fase inicial (19 a 26 dias) 25,3 a 32,9°C e 45,8 a 69,3 %; fase de crescimento (47 a 54 dias) 22,7 a 29,9°C e 54,2 a 72,3 % e na fase final (69 a 76 dias) de 22,2 a 27,3°C e 62,4 a 75,1%, de temperatura e umidade, respectivamente.

A interação entre os fatores método de coleta de excretas e idade das aves foi significativa para CMMS (Tabela 2). Obteve-se maior ($P<0,05$) CMMS da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva para metodologia de coleta parcial nas três idades de criação em relação à coleta total de excretas. Os CMMS da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva determinados pela coleta parcial de excretas foram superiores ($P<0,05$) no período de 69 a 76 dias de idade. Verificou-se que os CMMS da farinha de folhas de moringa e polpa de bocaiúva determinados pelo método de coleta total de excretas foram inferiores ($P<0,05$) no período de 47 a 54 dias de idade seguidos do período de 19 a 26 e 69 a 76 dias de idade.

Houve interação significativa entre os fatores método de coleta de excretas e idade das aves para CMPB (Tabela 3). Obteve-se maior ($P<0,05$) CMPB da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva para a metodologia de coleta total nas três idades de criação em relação à coleta parcial. Os CMPB da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva determinados pela coleta total de excretas foram superiores ($P<0,05$) no período de 19 a 26 dias de idade. Entretanto, os valores mais baixos ($P<0,05$) para CMPB da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva determinados pelas metodologias de coleta total e parcial de excretas foram obtidos para o período de 47 a 54 dias de idade, verificou-se aumento ($P<0,05$) no valor do CMPB no período de 69 a 76 dias de idade.

A associação entre os fatores método de coleta de excretas e idade das aves foi significativa para CMEE (Tabela 4). Obteve-se maior ($P<0,05$) CMEE da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva para a metodologia de coleta total nas três idades de criação em relação à coleta parcial. Os CMEE da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva determinados pela coleta total de excretas foram superiores ($P<0,05$) no período de 19 a 26 dias de idade. Entretanto, os valores mais baixos ($P<0,05$) para CMEE da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva determinados pelas metodologias de coleta total e parcial de excretas foram obtidos para o período de 47 a 54 dias de idade, embora verificou-se aumento ($P<0,05$) no valor do CMEE no período de 69 a 76 dias de idade.

Tabela 2. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades

Ingrediente	Método	Período de criação			Média	CV (%)	Valor P		
		Inicial (19 a 26 dias)	Crescimento (47 a 54 dias)	Final (69 a 76 dias)			Método	Fase	M*F
Farinha de folhas de moringa	Total	65,59 ^{bb}	60,10 ^{cb}	79,72 ^{ab}	75,14	0,19	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	86,29 ^{ca}	87,48 ^{ba}	90,10 ^{aa}	87,96				
	Média	68,47	73,79	84,91					
Polpa de bocaiúva	Total	65,85 ^{bb}	60,67 ^{cb}	79,87 ^{ab}	68,80	0,30	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	86,41 ^{ca}	87,51 ^{ba}	90,06 ^{aa}	87,99				
	Média	76,13	74,09	83,93					

Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas e maiúsculas, nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Coeficientes de metabolizabilidade da proteína bruta (CMPB) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades

Ingrediente	Método	Período de criação			Média	CV (%)	Valor P		
		Inicial (19 a 26 dias)	Crescimento (47 a 54 dias)	Final (69 a 76 dias)			Método	Fase	M*F
Farinha de folhas de moringa	Total	60,91 ^{aA}	54,58 ^{cA}	58,96 ^{bA}	58,15	0,49	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	53,26 ^{aB}	21,56 ^{cB}	29,91 ^{bB}	34,21				
	Média	57,09	38,07	86,87					
Polpa de bocaiúva	Total	61,28 ^{aA}	54,84 ^{cA}	58,99 ^{bA}	68,80	0,55	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	53,75 ^{aB}	21,81 ^{cB}	27,60 ^{bB}	87,99				
	Média	57,52	38,33	43,40					

Médias seguidas das letras minúsculas nas linhas e maiúsculas, nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Coeficientes de metabolizabilidade do extrato etéreo (CMEE) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva em diferentes idades

Ingrediente	Método	Período de criação			Média	CV (%)	Valor P		
		Inicial (19 a 26 dias)	Crescimento (47 a 54 dias)	Final (69 a 76 dias)			Método	Fase	M*F
Farinha de folhas de moringa	Total	84,66 ^{aA}	72,05 ^{cA}	73,39 ^{bA}	76,70	0,31	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	81,64 ^{aB}	51,29 ^{cB}	54,67 ^{bB}	62,53				
	Média	83,15	61,67	64,03					
Polpa de bocaiúva	Total	85,59 ^{aA}	72,88 ^{cA}	73,63 ^{bA}	77,37	0,23	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	82,92 ^{aB}	52,52 ^{cB}	54,91 ^{bB}	63,45				
	Média	84,26	62,70	64,27					

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas e maiúsculas, nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve interação significativa entre os fatores método de coleta de excretas e idade das aves para EMA e EMAn (Tabela 5). Obtiveram-se maiores ($P<0,05$) valores de EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva para a metodologia de coleta total nos períodos de 19 a 26 e 69 a 76 dias de idade em relação à coleta parcial. Os valores de EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa determinados pela coleta total de excretas foram superiores e semelhantes entre si ($P<0,05$) nos períodos de 19 a 26 e 69 a 76 dias de idade. Para a polpa de bocaiúva observa-se maiores ($P<0,05$) valores de EMA e EMAn para a metodologia de coleta total no período de 69 a 76 dias e maior ($P<0,05$) valor de EMAn para coleta total no período de 47 a 54 dias de idade. Não foi possível determinar a EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa para coleta parcial no período de 19 a 26 dias de idade em função das dificuldades da metodologia.

Tabela 5. Energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogénio (EMAn) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva em dietas de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades

Ingrediente	Método	EMA							
		Período (dias)			Média	CV(%)	Valor P		
		19 a 26	47 a 54	69 a 76			Método	Fase	M*F
Farinha de folhas de moringa	Total	2557 ^{aA}	1461 ^{bB}	2868 ^{aA}	2295	14,84	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	-	1584 ^{bA}	2024 ^{aB}	1804				
	Média	2557	1523	2446					
Polpa de bocaiúva	Total	2680 ^{bA}	2714 ^{bA}	3119 ^{aA}	2838	13,56	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	1474 ^{bB}	2387 ^{aB}	1476 ^{bB}	1779				
	Média	2077	2551	2298					
Ingrediente	Método	EMAn							
		19 a 26	47 a 54	69 a 76	Média	CV(%)	Método	Fase	M*F
		19 a 26	47 a 54	69 a 76					
Farinha de folhas de moringa	Total	2205 ^{aA}	1322 ^{bB}	2479 ^{aA}	2002	17,78	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	-	1409 ^{bA}	1994 ^{aB}	1702				
	Média	2205	1366	2237					
Polpa de bocaiúva	Total	2485 ^{aA}	1730 ^{bB}	2490 ^{aA}	2235	16,29	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	Parcial	1460 ^{bB}	2381 ^{aA}	1465 ^{bB}	1769				
	Média	1973	2056	1976					

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas e maiúsculas, nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

DISCUSSÃO

Em função das médias de temperatura e umidade relativa, constatou-se que as aves foram submetidas a estresse por calor moderado. A zona de conforto térmico varia conforme a idade, sendo de 32°C nos primeiros 7 dias de idade; 29°C do 8º ao 14º dia de idade; 26°C do 15º ao 21º dia de idade e 23°C do 22º ao 30º dia de idade (GLOBOAVES, 2015). Após o período de maturação do sistema termo regulatório, o frango como os demais animais homeotérmicos mantém a temperatura corporal constante sobre a variação do meio. No entanto, quando as respostas fisiológicas e comportamentais a altas temperaturas são inadequadas, ocorre uma elevação da temperatura corporal (YAHAV et al., 1996) e na tentativa de amenizar esse aumento de temperatura, os frangos minimizam a produção de calor endógeno através da redução do consumo, resultando em redução dos níveis de metabolizabilidade dos nutrientes e da energia (YAHAV et al., 2005; WELKER et al., 2008).

Observou-se que os CMMS da farinha de folhas de moringa e da polpa de bocaiúva determinados pelo método de coleta total e parcial foram superiores no período de 69 a 76 dias de idade o que era esperado uma vez que o trato digestório amadurece com o avanço da idade da ave e consequentemente pode proporcionar melhor metabolizabilidade dos nutrientes (MC DONALDS et al., 2005).

Em relação ao CMPB e CMEE observou-se redução dos valores para fase de crescimento seguido do aumento para a fase final. Contudo, pode se inferir que houve influência da temperatura ambiente uma vez que as aves foram submetidas a estresse por calor moderado, principalmente na fase de crescimento.

Ao determinarem os CMMS, CMPB, os valores de EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa (20% de inclusão na dieta referência) em frangos de corte com 14 dias de idade, MACAMBIRA et al. (2018) relataram valores de CMMS de $76,8 \pm 6,6$, $71,7 \pm 7,3$ de CMPB, 3069 ± 156 kcal/kg de EMA e 2757 ± 157 kcal/kg de EMAn. O CMMS relatado por esses autores foi inferior ($P < 0,05$) ao encontrado no presente estudo.

Ao determinar os CMPB e CMEE da farinha de folhas de moringa com frangos de corte, de 35 dias de idade, NKUKWANA et al. (2014) relataram 79,8% para CMEE e 74,2% de CMPB cujos valores são superiores ao encontrados no presente estudo.

Na comparação entre as metodologias de coleta total e parcial de excetas, observou-se que a metabolizabilidade de PB e EE foi menor na coleta parcial, demonstrando que o indicador subestima valores em comparação com a coleta total. O indicador dióxido de titânio embora se movesse junto com a fase sólida da digesta, poderia acumular-se parcialmente na fase aquosa

afetando os valores de EMA e EMAn (PALANDER, 2006), o que explica os menores resultados obtidos no presente estudo.

Entretanto, os valores de CMPB, CMEE, EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa e da polpa de bociúva determinados pelo método de coleta parcial de excretas foram subestimados nos períodos de 47 a 54 e 69 a 76 dias de idade, possivelmente devido à baixa qualidade do indicador dióxido de titânio utilizado que resultou em valores incorretos de recuperação do indicador, consequentemente baixos valores de EMA e EMAn e dos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes.

Dessa forma, implica-se que a utilização de indicadores na determinação da metabolizabilidade da energia e dos nutrientes para frangos de corte pode apresentar resultados divergentes, corroborando com ROZA et al. (2017). Ao determinarem a EMA e EMAn de rações fareladas e peletizadas para frangos de corte (de 12 a 22 dias de idade) utilizando o método de coleta total de excretas e com uso de indicadores (cinza insolúvel em ácido, dióxido de titânio e óxido de cromo) encontraram valores de EMA e EMAn de 3466 e 3248 kcal/kg para coleta total, respectivamente e valores de 3237 e 3044 kcal/kg de EMA e EMAn para indicador dióxido de titânio. Esses resultados diferem dos encontrados no presente estudo que foram de 3172 e 2926 kcal/kg de EMA e EMAn para metodologia de coleta total e pela metodologia de coleta parcial não foi possível determinar os valores de EMA e EMAn na fase inicial devido as dificuldades metodológicas. Observa-se que os valores de EMA e EMAn relatados por esses autores seguem a mesma lógica, a metodologia de coleta total apresentou valores mais altos em relação ao uso de indicadores, embora os autores tenham relatado valores superiores aos encontrados no presente estudo mas isso pode ser explicado pelo fato de esses autores terem utilizado uma linhagem de crescimento rápido cujo seu metabolismo difere da linhagem de crescimento lento.

Considerando-se que o método de coleta total de excretas é o método comumente utilizado na determinação da metabolizabilidade dos nutrientes e dos valores energéticos dos alimentos, os resultados obtidos (Tabela 5) foram semelhantes aos encontrados por ROZA, (2017), que observaram maiores valores 3248 Kcal/Kg de EMAn (com base na MS) para o método de coleta total quando comparado aos menores valores 3044 Kcal/Kg observados na metodologia de coleta parcial (usando dióxido de titânio).

Alguns estudos relatam que a subestimação dos valores de metabolizabilidade das rações com uso de indicadores pode estar relacionada a baixa taxa de recuperação (YIN et al., 2000; KAVANHAGUI et al., 2001, SMEETS et al., 2015) ou a falta de uniformidade devido á maneira pela qual o indicador combina com partículas menores (SALES & JANSSENS,

2003a). O uso de indicadores subestima os valores de metabolizabilidade uma vez que estes não são absorvidos e nem excretados completamente e podem se depositar em diferentes porções no sistema digestivo e sem reagir com nutrientes e enzimas digestivas, principalmente quando altas concentrações são usadas (OLUKOSI et al., 2015).

CONCLUSÃO

Os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes foram superiores na metodologia de coleta total. O método de coleta parcial subestimou os valores energéticos das dietas e os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes. Desse modo, o método de coleta total demonstra ser o melhor método para determinação dos valores energéticos (EMA e EMAn) e dos coeficientes de metabolizabilidade (MS, PB e EE) da farinha de folhas de moringa e da polpa de bociúva para frangos de corte de crescimento lento independentemente da idade.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.P. Cerrado: **Aproveitamento Alimentar**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 188p, 1998.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GENEROSO, R.A.; SCHMIDT, M. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- CORTÉS, M. E. M.; RIBEIRO, A. M. L.; GIANFELICI, M. F.; KESSLER, A. M.; MORAES, M. L. Study of methodological variations in apparent nutrient metabolism determination in broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1921-1927, 2009.
- DAHLKE, F.; GONZALES, E.; FURLAN, R.L.; GADELHA, A.; MAIORKA, A.; FARIA, F.; DANIEL, E.; ROSA, P.S.; Efeito da temperatura ambiente sobre hormônios tireoideanos, temperatura corporal e empenamento de frangos de corte, fêmeas de diferentes genótipos. **Acta Scientiarum Sciences**, Universidade Estadual de Maringá. vol.27, n3, pag.391-397, 2005.
- DOURADO, L. R. B.; SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; PINHEIRO, S. R. F.; MARCATO, S. M.; FERNANDES, J. B. K.; SILVA, J. H. V. Poultry Feed Metabolizable

Energy determination using Total or Partial Excreta Collection Methods. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, p. 129–132, 2010.

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

KAVANAGH, S.; LYNCH, P. B.; MARA, F. O.; CAFFREY, P. J. A comparison of total collection and marker technique for the measurement of apparent digestibility of diets for growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 89, p. 49-58, 2001.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.

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.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) - **Nutrients requirements of poultry**. 9th Rev. Edition Natl. Acad. Press, Washington, DC. 155p, 1994.

NETO, H.; GRANER, C.; PEZZATO, L. et al. Diminuição do teor de óxido de cromo (III) usado como marcador externo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.249-255, 2003.

OLUKOSI, O. A.; BOLARINWA, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Marker type but not concentration influenced apparent ileal amino acid digestibility in phytase-supplemented diets for broiler chickens and pigs. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 4414–4420, 2012.

PALANDER, S. Digestion capacity, nutrient digestibilities and physic-chemical conditions in the intestine influenced by the age of growing turkeys. 2006. 29f. **Thesis** (Ph.D. in Animal Science) - University of Helsinki, 2006.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, N.I. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª Edição, Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, 2017.488p.

SALES, J.; JANSSENS, G.P. The use of markers to determine energy metabolizable and nutrient digestibility in avian species. **World's Poultry Science Journal**, v.59, p.314-327, 2003a.

SMEETS, N.; NUYENS, F.; CAMPENHOUT, L. V.; DELEZIE, E.; PANNECOUCQUE, J.; NIEWOLD, T. Relationship between wheat characteristics and nutrient digestibility in broilers: comparison between total collection and marker (titanium dioxide) technique. **Poultry Science**, v. 94, p. 1584–1591, 2015.

ROSEBROUGH, R.W. Dietary fat and triiodothyronine (T3) interactions in the broiler chicken. **Journal Nutrition Research**., Baltimore, v. 69, p. 292-298, 1999.

ROZA, L.F.; TAVERNARI, F.C.; SUREK, D.; SORDI, C.; BOIAGO, MM.; PAIANO, D. Diferentes metodologias na determinação dos valores energéticos de rações fareladas e peletizadas para frangos de corte. **XVI Seminário Técnico Científico de Aves e Suínos**. 25 a 27 de abril de 2017 - CentroSul / Florianópolis - SC, Brasil.

ROZA, L.F. Diferentes metodologias na avaliação nutricional de rações e de microalgas para frangos de corte. **Dissertação**. Universidade do Estado de Santa Catarina. Chapecó. SC, Brasil, 2017.

SAKOMURA, N. K., LONGO, F. A., RABELLO, C. B., WATANABE, K., PELÍCIA, K., e FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N.K.; SÁ FORTES, C.M.L.; SANTOS, F.R. Determinação da digestibilidade dos alimentos para aves. In: Curso de Fisiologia da Digestão e Metabolismo de Nutrientes em Aves, UNESP Jaboticabal, outubro. 1 CD-ROM, 2004b.

SAKOU MURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos, In: **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. 2ª Edição, Jaboticabal: Funep, 262p, 2016.

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

SIBBALD, I.R. Metabolizable energy in poultry nutrition. **Bioscience**, v.30, p.736-741, 1980.

SIBBALD, I.D.; SUMMERS, J.D.; SLINGER, S.J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feed. **Poultry Science**, v.39, p.544-556, 1960.

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

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 59, p. 1275-1279, 1963.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3^a Edição. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p, 2002.

VOHRA, P.; KEATZER, F. H. Absorption of barium sulfate and chromic oxide from the chicken gastrointestinal tract. **Poultry Science**, v. 46, p. 1603–1604, 1967.

WELKER, J.S.; ROSA, A.P.; MOURA, D.J.; MACHADO, L.P.; CATELAN, F.; UTTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Brazilian Journal of Animal Science**, Viçosa-MG, v.37, n.8, p.1.463-1.467, 2008.

YAHAV, S.; LUGER, D.; CAHANER, A.; DOTAN, M.; RUSAN, M.; HURWITZ, S. Thermoregulation in naked neck chickens subjected to different ambient temperatures. **Poultry Science**, London, v. 39, p. 133-138, 1998.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal, Beekbergen**, v.61, n.3, p.419-434, 2005.

YIN, Y. L., MCEVOY, D. G.; SCHULZE, H.; HENNIG, U.; SOUFFRANT, W. B.; MCCRACKEN, K. J. Apparent digestibility (ileal and overall) of nutrients as evaluated with PVTC-cannulated or ileo-rectal anastomised pigs fed diets containing two indigestible markers. **Livestock Production Science**, v. 62, p. 133–141, 2000.

Energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade da moringa e bocaiúva para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades

RESUMO – Com o objetivo de determinar os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) da farinha de folhas de moringa e polpa de bocaiúva para frangos de corte de crescimento lento, foram utilizados 350 pintainhos machos de 1 dia, Pescoço Pelado Vermelho, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições com 10 aves. Os tratamentos consistiram em uma dieta referência (formulada de acordo as exigências nutricionais para aves de reposição semipesadas das Tabelas Brasileiras de aves e suínos), e quatro alimentos teste (farinha de folhas de moringa, polpa de bocaiúva, milho e farelo de soja). A proporção nas dietas teste de farinha de folhas de moringa e polpa de bocaiúva foi de 20% e de milho e farelo de soja foi de 40%. Foi utilizada a metodologia de coleta total de excretas, com a inclusão nas dietas de 1% de óxido férrico como marcador de início e fim de coleta, nos períodos: inicial, crescimento e final. Foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e foram calculados os valores de EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa, polpa de bocaiúva, milho e farelo de soja. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta da polpa de bocaiúva foi semelhante ao da farinha de folhas de moringa, milho e farelo de soja nas diferentes idades. A metabolizabilidade do extrato etéreo da polpa de bocaiúva foi superior aos demais ingredientes nas diferentes fases de criação. Os ingredientes alternativos mostraram que podem ser utilizados na formulação de dietas para frangos de corte de crescimento lento em substituição parcial do milho e farelo de soja.

Palavras-chave: farinha de folhas de moringa, frango tipo caipira, polpa de bocaiúva

Metabolizable energy and metabolizable coefficients of moringa and bocaiúva for broilers with slow growth at different ages

ABSTRACT – The objective of this study was to determine the nutrient metabolizable coefficients and apparent metabolizable energy (EMA) and corrected nitrogen retention (AMEn) values of moringa leaf meal and bocaiúva pulp for slow growing broiler chickens. A total of 350 male one day chicks with red neck, distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replicates with 10 birds were used. The treatments consisted of a reference diet (formulated according to the nutritional requirements for semi heavy poultry of the Brazilian Poultry and Pork Tables), and four test foods (moringa leaves flour, bocaiúva pulp, corn and soybean meal). The proportion in the test diets of moringa leaves flour and bocaiúva pulp was 20% and corn and soybean meal were 40%. The methodology of total excreta collection was used, with the inclusion in the diets of 1% of ferric oxide as marker of beginning and end of collection, in the periods: initial, growth and final. The metabolizable coefficients of dry matter, crude protein, ethereal extract was determined and the AME and AMEn values of the moringa leaves flour, bocaiúva pulp, corn and soybean meal were calculated. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% probability. The coefficient of metabolizable of the crude protein of the bocaiúva pulp was similar to that of the flour of leaves of moringa, corn and soybean meal at different ages. The metabolizable of the ethereal extract of the bocaiúva pulp was superior to the other ingredients in the different breeding phases. The alternative ingredients have shown that they can be used in the formulation of diets for slow-growing broilers in partial replacement of corn and soybean meal.

Key words: bocaiúva pulp, free range broiler chickens, moringa leaves flour

INTRODUÇÃO

As principais matérias primas utilizadas nas formulações de dietas para aves (milho e farelo de soja) influenciam diretamente para a elevação dos custos de produção. Deste modo, a utilização de fontes alternativas que possam atender as exigências das aves, nas diferentes fases de criação, vem sendo amplamente pesquisadas pelos nutricionistas (GENEROSO et al., 2008), tendo em vista a redução dos custos de produção.

No entanto, para a formulação de dietas nutricionalmente viáveis, é importante conhecer o valor nutritivo dos alimentos (GENEROSO et al., 2008), o crescimento e o metabolismo energético das aves, estudar os fatores que o afetam, assim como a disponibilidade e o aproveitamento dos demais nutrientes da dieta (SAKOMURA et al., 2004a),

A variação na composição química dos alimentos tem sido um grande problema para os nutricionistas (GENEROSO et al., 2008), visto que o valor nutricional desses alimentos está relacionado à sua composição bromatológica, condições edafoclimáticas em que a planta foi cultivada, estado vegetativo, idade em que a planta é cortada e fração utilizada (folhas, caule ou caule + folhas, polpa, fruto integral) (BRITO et al., 2005; ARRUDA et al., 2010).

Deste modo, associando os fatores inerentes aos alimentos à constante evolução genética da avicultura de corte, faz-se necessário determinar os valores nutricionais dos alimentos utilizados na formulação de rações para aves, objetivando a atualização das tabelas de composição de alimentos (RODRIGUES et al., 2001; NUNES, 2003; CARVALHO, 2004; SAKOMURA et al., 2004b, NERY, 2005; BRUMANO, 2006).

A escolha sobre qual alimento utilizar na formulação de dietas para aves, depende do conhecimento detalhado da composição química do ingrediente, viabilidade de inclusão e os níveis de inclusão que serão utilizados (MUTAYOBA et al., 2011; EBENEBE et al., 2012; GADZIRAYA et al., 2012), bem como a forma como os nutrientes serão aproveitados nas diferentes fases da vida dos frangos de corte (SANTOS et al., 2012).

No Brasil, existe grande diversidade de alimentos e de subprodutos de origem vegetal que podem ser utilizados na alimentação animal. Entre as alternativas encontradas no Brasil, pode-se destacar a moringa e a bocaiúva. A farinha de folhas de moringa possui características nutricionais que a colocam como uma ótima opção como alternativa ao farelo de soja na nutrição animal (MACAMBIRA et al., 2016). É um alimento rico em proteínas, boa composição em aminoácidos essenciais e contém quantidades insignificantes de compostos antinutricionais (MAKKAR et al., 1996; FERREIRA et al., 2008).

A bocaiúva é considerada uma alternativa para introdução nas dietas para aves, em substituição ao milho, devido a sua alta produtividade que pode ultrapassar de 30 toneladas/ha (MOREIRA & SOUSA, 2009), assim como a sua composição nutricional (RAMOS et al., 2008).

A contradição dos resultados encontrados na literatura e a escassez de pesquisas que ilustrem o aproveitamento de energia e a metabolizabilidade dos nutrientes de ingredientes alternativos utilizados na alimentação de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades, evidenciam a necessidade de estudos de metabolismo de aves de crescimento lento visto que estas aves apresentam taxa de crescimento diferente das aves industriais, influenciando dessa forma a formulação eficiente de dietas com dados nutricionais provenientes de tabelas de composição determinadas com linhagens de crescimento rápido.

No entanto, existem poucos estudos relacionados à utilização da farinha da folha de moringa e da polpa de bocaiúva na alimentação de aves de crescimento lento. Dessa forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar os coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes e os valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida para retenção de nitrogênio da farinha de folhas de moringa e polpa de bocaiúva para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório Experimental em Ciência Aviária (LECA) e Laboratórios de Nutrição e Nutrição Aplicada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a aprovação da Comissão de Ética e Uso de Animais (CEUA) protocolado com o número 977/2018.

Foram alojados 350 pintainhos de um dia de idade, machos da linhagem Pescoço Pelado Vermelho em gaiolas de metabolismo com dimensões de 60 x 80 x 42 cm, munidas de comedouro frontal tipo calha, bebedouro tipo nipple e bandejas para o recolhimento das excretas. Foi utilizada a metodologia de coleta total de excretas segundo SAKOMURA & ROSTAGNO (2016).

Os tratamentos consistiram em: dieta referência com ração à base de milho e farelo de soja; dieta teste composta de 80% da dieta referência+20% de farinha de folhas de moringa (folha de moringa seca e moída), dieta teste composta de 80% da dieta referência+20% de polpa de bocaiúva (resíduo após extração do óleo), dieta teste composta de 60% da dieta referência+40% de milho e dieta teste composta de 60% da dieta referência+40% de farelo de

soja. Ração e água foram fornecidos à vontade. Cada período consistiu em três dias de adaptação às dietas experimentais e cinco dias de coleta de excretas.

Até o 16º dia de idade, as aves receberam ração à base de milho e farelo de soja (dieta referência), formulada de acordo as exigências nutricionais para aves de reposição semipesadas ROSTAGNO et al. (2017) (Tabela 6).

Posteriormente, as aves foram padronizadas por peso ($\pm 10\%$) do peso médio do lote, de forma que todas as unidades experimentais possuíssem pesos semelhantes e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições e 10 aves por unidade experimental.

Adicionou-se às dietas 1% do marcador óxido férrico para estabelecer o início e o fim do período de coleta de excretas. Após o período de adaptação, em cada período de criação as excretas foram coletadas duas vezes ao dia, às 8 e 16h. Em todas as fases de criação nas unidades experimentais, a quantidade de ração fornecida e as sobras ao final do período de coleta foram pesadas para a determinação do total de ração consumida.

Durante todo o período experimental, diariamente foram verificadas a ocorrência de mortalidade e as temperaturas, máxima e mínima, e a umidade relativa do ar, às 07 e 17h.

Ao final de cada coleta, as excretas foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados por tratamento e repetição, e imediatamente armazenadas em *freezer*, para análises posteriores. Amostras de ração e ingredientes foram armazenadas para posteriores análises.

Ao término do período total de coletas, todas as amostras de excretas correspondentes de cada unidade experimental e fase de criação, foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas. Da massa homogênea foi retirada uma alíquota (200g). As amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72 horas e, posteriormente processadas em moinho tipo faca com peneira com crivos de 1 mm para obtenção de material finamente moído e acondicionadas em recipientes plásticos para análises de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N), segundo SILVA & QUEIROZ, (2002). As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de nutrição aplicada e nutrição animal, ambos na FAMEZ/UFMS.

Foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e extrato etéreo (CMEE) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn), utilizando-se equações propostas por MATTERSON et al. (1965).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SAS 9.0.

Tabela 6. Composição percentual e valores calculados da dieta referência para frangos de corte de crescimento lento

Ingredientes (%)	Fases de criação		
	Inicial (19 a 26 dias)	Crescimento (47 a 54 dias)	Final (69 a 76 dias)
Milho (7,88%)	59,436	63,230	72,628
Farelo de soja (46%)	34,407	30,708	24,330
Óleo de soja	0,050	0,050	0,000
Inerte	2,278	1,935	0,000
Fosfato Bicálcico	1,795	1,802	1,621
Calcário	1,002	0,983	0,909
Sal	0,421	0,381	0,354
DL- metionina	0,273	0,242	0,000
L- lisina HCl	0,131	0,073	0,000
L-treonina	0,050	0,020	0,000
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050
TOTAL	100,00	100,00	100,00
Valores calculados			
Energia metabolizável (Kcal/kg)	2850	2850	3004
Proteína Bruta (%)	20,980	19,500	17,046
Metionina + cisteína dig. (%)	0,842	0,767	0,485
Lisina dig. (%)	1,138	0,959	0,758
Treonina dig. (%)	0,762	0,675	0,581
Cálcio (%)	0,950	0,930	0,840
Fósforo disp. (%)	0,440	0,430	0,390
Sódio (%)	0,180	0,170	0,160

Níveis por kg de ração, ¹Suplemento mineral: 11,00 mg Zinco; 3,04 mg Acido Pantotênico; 0,22 mg Iodo; 0,06mg Selênio; 90 3 mg Colina; 8,48 mg Ferro; 2,64 mg Cobre; 15,15 mg Manganês, 2660.

Níveis por kg de ração. ²Suplemento vitamínico: 2,400 UI Vitamina A; 480 UI Vitamina D3; 0,32 mg Vitamina K3; 0,51 mg Vitamina B1; 1,38 mg Vitamina B2; 0,64 mg Vitamina B6; 2,88 mg Vitamina B12; 3,00 mg Vitamina E; 7,12 mg Niacina.

RESULTADOS

As médias de temperatura e umidade relativa máxima e mínima, respectivamente, registradas no período experimental variaram entre: 25,3 a 32,9°C e 45,8 a 69,3 % para fase inicial (19 a 26 dias); 22,7 a 29,9°C e 54,2 a 72,3 % para fase de crescimento (47 a 54 dias) e na fase final (69 a 76 dias) de 22,2 a 27,3°C e 62,4 a 75,1%. Observa-se que as aves foram submetidas a estresse de calor moderado principalmente na fase de crescimento.

Os valores de matéria seca (MS) da farinha de folhas de moringa, polpa de bocaiúva, milho e farelo de soja foram semelhantes (Tabela 7). Entretanto, obteve-se o maior valor de proteína bruta (PB) para o farelo de soja. A farinha de folhas de moringa apresentou maior teor de fibra bruta (FB), no entanto, o teor de fibra bruta (FB) do milho e do farelo de soja foi semelhante. Observou-se que a polpa de bocaiúva apresentou maior teor de FDN, FDA e de extrato etéreo (EE), no entanto, o conteúdo de extrato etéreo (EE) da farinha de folhas de moringa e do milho foi semelhante. Quanto ao teor de matéria mineral (MM) a farinha de folhas de moringa apresentou maior valor. A polpa de bocaiúva apresentou maior nível de energia bruta (EB).

Tabela 7. Composição química e os valores de energia bruta dos ingredientes na matéria seca

Nutriente	Farinha de folhas de moringa	Polpa de bocaiúva	Milho	Farelo de soja
MS (%)	89,63	92,47	90,04	91,64
PB (%)	15,02	3,97	7,06	43,48
FB (%)	10,17	7,93	0,81	0,70
FDN (%)	21,67	35,55	8,48	17,54
FDA (%)	16,47	28,33	3,22	5,76
EE (%)	3,21	12,64	3,00	1,78
MM (%)	12,50	5,08	1,08	6,28
EB (Kcal/kg)	3.781	4.605	3.943	4.275

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) foi semelhante entre os ingredientes no período de 19 a 26 dias de idade (Tabela 8), demonstrando que não houve

diferença significativa. O CMPB da polpa de bocaiúva foi superior ($P<0,05$) ao farelo de soja e semelhante ($P>0,05$) à do milho e da farinha de folhas de moringa. A polpa de bocaiúva apresentou maior ($P<0,05$) CMEE, entretanto, o CMEE do milho e do farelo de soja foi semelhante ($P>0,05$).

No período de 47 a 54 dias de idade, houve diferença significativa ($P<0,05$) para os CMMS, CMPB e CMEE (Tabela 8). O milho apresentou maior ($P<0,05$) CMMS, porém, o CMMS da polpa de bocaiúva e do farelo de soja foi semelhante ($P>0,05$). O CMPB da farinha de folhas moringa, polpa de bocaiúva e do milho foi semelhante ($P>0,05$) e o farelo de soja apresentou menor ($P<0,05$) CMPB. A polpa de bocaiúva apresentou maior ($P<0,05$) CMEE, no entanto, o CMEE da farinha de folhas de moringa foi semelhante ($P>0,05$) a do milho e do farelo de soja.

No período de 69 a 76 dias, houve diferença significativa ($P<0,05$) para os CMMS e CMEE (Tabela 8). O milho apresentou maior ($P<0,05$) CMMS. O CMMS da farinha de folhas de moringa, da polpa de bocaiúva e do farelo de soja foi semelhante ($P>0,05$). Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) para a metabolizabilidade da proteína bruta. A polpa de bocaiúva apresentou maior ($P<0,05$) CMEE. O milho e o farelo de soja apresentaram menor ($P<0,05$) CMEE, no entanto, o CMEE da farinha de folhas de moringa foi semelhante ($P>0,05$) a da polpa de bocaiúva, milho e farelo de soja.

Tabela 8. Coeficientes de metabolizabilidade (MS, PB e EE) da farinha de folhas de moringa, polpa de bocaiúva, milho e farelo de soja na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades

19 a 26 dias						
Variáveis (%)	Farinha de folhas de moringa	Polpa de bocaiúva	Milho	Farelo de soja	CV (%)	Valor P
Matéria Seca	65,59 ^b	65,85 ^{ab}	65,87 ^a	65,68 ^{ab}	0,30	0,0392
Proteína Bruta	60,91 ^{ab}	61,28 ^a	61,11 ^{ab}	60,77 ^b	0,44	0,0096
Extrato Etéreo	84,65 ^c	85,59 ^a	84,99 ^b	85,15 ^b	0,22	<0,0001
Média	70,38	70,91	70,66	70,53		
47 a 54 dias						
Variáveis (%)	Farinha de folhas de moringa	Polpa de bocaiúva	Milho	Farelo de soja	CV (%)	Valor P
Matéria Seca	60,10 ^c	60,67 ^b	61,05 ^a	60,49 ^b	0,42	<0,0001
Proteína Bruta	54,58 ^a	54,84 ^a	54,69 ^a	54,20 ^b	0,40	<0,0001
Extrato Etéreo	72,05 ^{bc}	72,88 ^a	71,96 ^c	72,15 ^b	0,15	<0,0001
Média	62,24	62,71	62,57	62,28		
69 a 76 dias						
Variáveis (%)	Farinha de folhas de moringa	Polpa de bocaiúva	Milho	Farelo de soja	CV (%)	Valor P
Matéria Seca	79,72 ^b	79,87 ^b	80,32 ^a	79,76 ^b	0,30	<0,0001
Proteína Bruta	58,96	58,99	58,98	58,60	0,48	0,0507
Extrato Etéreo	73,40 ^{ab}	73,63 ^a	73,09 ^b	73,13 ^b	0,45	0,0192
Média	70,69	70,83	70,8	70,5		

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

Houve diferenças significativas ($P < 0,05$) nos valores de EMA e EMAn nas diferentes idades (Tabela 9). Os valores de EMA do milho e do farelo de soja foram superiores ($P < 0,05$) e semelhantes entre si ($P > 0,05$) no período de 19 a 26 dias de idade. Os alimentos alternativos apresentaram menor ($P < 0,05$) valor de EMA, porém semelhantes ($P > 0,05$) entre si. O valor de EMAn do milho e do farelo de soja foi semelhante ($P > 0,05$). A farinha de folhas de moringa apresentou menor ($P < 0,05$) valor de EMAn, no entanto, o valor de EMAn da polpa de bocaiúva foi semelhante ($P > 0,05$) ao da farinha de folhas de moringa e do farelo de soja.

No período de 47 a 54 dias de idade, o milho apresentou maior ($P < 0,05$) valor de EMA e EMAn. O valor de EMA da polpa de bocaiúva e do farelo de soja foi semelhante ($P > 0,05$) e a farinha de folhas de moringa apresentou menor ($P < 0,05$) valor de EMA. O valor de EMAn da polpa da bocaiúva foi semelhante ($P > 0,05$) ao da farinha de folhas de moringa e do farelo de soja.

No período de 69 a 76 dias de idade, o milho apresentou maior valor ($P < 0,05$) de EMA e EMAn. Os valores de EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa, da polpa de bocaiúva e do farelo de soja foram semelhantes entre si ($P > 0,05$).

Tabela 9. Energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAN) da farinha de folhas de moringa, polpa de bocaiúva, milho e farelo de soja na dieta de frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades

19 a 26 dias						
Variáveis (Kcal/kg)	Farinha de folhas de moringa	Polpa de bocaiúva	Milho	Farelo de soja	CV (%)	Valor P
EMA	2557 ^b	2680 ^b	3581 ^a	3603 ^a	15,97	<0,0001
EMAn	2205 ^c	2483 ^{bc}	3379 ^a	2864 ^{ab}	15,97	<0,0001
Média	2381	2582	3480	3234		
47 a 54 dias						
Variáveis (Kcal/kg)	Farinha de folhas de moringa	Polpa de bocaiúva	Milho	Farelo de soja	CV (%)	Valor P
EMA	1461 ^c	2714 ^b	3591 ^a	2590 ^b	10,56	<0,0001
EMAn	1322 ^c	1730 ^{bc}	3178 ^a	2228 ^b	10,56	<0,0001
Média	1392	2222	3385	2409		
69 a 76 dias						
Variáveis (%)	Farinha de folhas de moringa	Polpa de bocaiúva	Milho	Farelo de soja	CV (%)	Valor P
EMA	2868 ^b	3119 ^b	4044 ^a	3118 ^b	14,35	<0,0001
EMAn	2479 ^b	2490 ^b	3887 ^a	2427 ^b	14,35	<0,0001
Média	2675	2805	3966	2773		

Médias seguidas por letras iguais na mesma linha não diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

DISCUSSÃO

Em função das médias de temperatura e umidade relativa, constatou-se que as aves foram submetidas a estresse por calor moderado. A zona de conforto térmico varia conforme a idade, sendo de 32°C nos primeiros 7 dias de idade; 29°C do 8º ao 14º dia de idade; 26°C do 15º ao 21º dia de idade e 23°C do 22º ao 30º dia de idade (GLOBOAVES, 2015). Após o período de maturação do sistema termo regulatório, o frango como os demais animais homeotérmicos mantém a temperatura corporal constante sobre a variação do meio.

No entanto, quando as respostas fisiológicas e comportamentais a altas temperaturas são inadequadas, ocorre uma elevação da temperatura corporal (YAHAV et al., 1996) e na tentativa de amenizar esse aumento de temperatura, os frangos minimizam a produção de calor endógeno através da redução do consumo, resultando em redução dos níveis de metabolizabilidade dos nutrientes e da energia (YAHAV et al., 2005; WELKER et al., 2008).

A composição química da farinha de folhas de moringa, da polpa de bocaiúva, do milho e do farelo de soja é muito variável entre os trabalhos. O valor nutricional desses alimentos está relacionado à sua composição bromatológica, condições edafoclimáticas em que a planta foi cultivada, estado vegetativo e idade em que a planta é cortada e fração utilizada (folhas, caule ou caule + folhas, polpa, fruto integral) para fabricação do farelo ou farinha (BRITO et al., 2005; ARRUDA et al., 2010). Estas variações na composição química levarão, às diferenças nos coeficientes de metabolizabilidade dos nutrientes e nos valores de EMA e EMAn dos alimentos.

A composição química da farinha de folhas de moringa foi inferior à determinada por MACAMBIRA (2016) o qual constatou teor de matéria seca de 90,17%, 18,31% de proteína bruta, 8,65% de extrato etéreo, 11,10% de matéria mineral e 4526 Kcal/kg de energia bruta para farinha de folhas de moringa analisada, ao passo que para a farinha de folhas de moringa analisada no presente estudo, obteve-se 89,63% de matéria seca, 15,02% de proteína bruta, 3,21% de extrato etéreo, 12,50% de matéria mineral e 3781 Kcal/kg de energia bruta.

Quanto à composição química e energética da polpa de bocaiúva, observou-se uma ligeira variação nos níveis de PB, EE e MM em relação a literatura. Valores semelhantes de MS e EB foram relatados por ALMEIDA, (1998) de 91,3% e 4.632 Kcal/kg, respectivamente. Entretanto, o mesmo autor observou valores inferiores aos demonstrados neste estudo para PB, EE e MM que foram de 2,65; 8,46 e 3,45%, respectivamente.

Foram observadas variações na composição química e energética do milho e do farelo de soja estudados (Tabela 7) em relação à literatura. Níveis dos nutrientes e de energia

inferiores aos determinados nesta pesquisa foram demonstrados por ROSTAGNO et al. (2017), para MS (88,1%), PB (44,4%), EE (0,52%), MM (5,195) e EB (4.051 Kcal/kg) para farelo de soja e MS (87,0%), PB (6,92%), EE (3,22%), MM (0,94%) e EB (3.865 Kcal/kg) para milho, entretanto esses valores foram obtidos com frangos de crescimento rápido.

Valores inferiores aos relatados no presente estudo foram demonstrados por SANTOS et al. (2012) que encontrou valores de 89,62% de MS, 8,41% de PB, 4,64% de EE, 1,20% de MM e 3.947 Kcal/kg de EB do milho. Por outro lado, RAMOS, (2012) relatou valores de 88,50% de MS, 47,70% de PB, 3,24% de EE, 6,51% de MM e 4.267 Kcal/kg de EB do farelo de soja, valores que se assemelham aos encontrados no presente estudo.

Os CMMS e CMPB da farinha de folhas de moringa (Tabela 8) observados foram inferiores aos valores relatados por MACAMBIRA et al. (2018) que encontraram CMMS e CMPB, de $76,8 \pm 6,6$ e $71,7 \pm 7,3$, respectivamente, determinados com frangos de corte de crescimento rápido (Cobb, 500) com 14 dias de idade. Frangos de corte de crescimento lento podem apresentar diferentes aproveitamentos dos nutrientes, devido a menor taxa de crescimento associada ao crescimento dos órgãos digestivos e a produção de enzimas que se desenvolve a um ritmo diferente das aves de crescimento rápido (SANTOS, 2012). Considerando as diferenças na taxa de crescimento das linhagens, faz-se necessária a formação de um banco de dados com valores de metabolizabilidade e de energia dos alimentos utilizados na formulação de ração para aves de crescimento lento.

Os CMMS, CMPB e CMEE do milho obtidos no período de 19 a 26 dias de idade (Tabela 8), foram inferiores aos valores relatados por SANTOS, (2012), que encontrou valores de 88,99% para CMMS, 88,19% para CMPB e 92,29% para CMEE.

Valores inferiores de CMMS, CMPB e CMEE do farelo de soja foram demonstrados por SANTOS, (2012) que relatou valores de 49,7% para CMMS, 71,45% para CMPB e 46,74% para CMEE. Determinados com aves de crescimento lento e rápido (linhagem Isa Label e Cobb) em diferentes idades.

Os valores de EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa, polpa de bocaiúva, milho e farelo de soja (Tabelas 9) foram superiores quando determinados com aves mais velhas. Estes dados corroboram com os descritos por (BATAL & PARSONS, 2002; SAKOMURA et al., 2004; MELLO et al., 2009; SANTOS et al., 2012). SAKOMURA et al. (2004) que observaram um aumento linear da atividade da amilase, tripsina e lipase pancreática com o avanço da idade da ave e a fase de maior aumento ocorreu na segunda semana de idade, coincidindo com a fase de maior aumento da atividade das enzimas digestivas, o que evidencia que quanto maior for a idade da ave maior é o aproveitamento da energia dos alimentos.

Os valores de EMA da farinha de folhas de moringa (Tabela 9) foram inferiores aos encontrados por OLUGBEMI et al. (2010) e NKAKWANA et al. (2014) que relataram 2978 Kcal/kg e 2725 Kcal/kg, respectivamente.

Os valores de EMA e EMAn do milho e do farelo de soja (Tabela 9) diferem dos relatados por MELLO et al. (2009). Estes autores determinaram a EMA e EMAn do milho e do farelo de soja em frangos de corte nos períodos de 10 a 17 dias (fase inicial), 26 a 33 (fase de crescimento) e 40 a 47 (fase final) e relataram valores de EMA e EMAn do milho de 3167 e 3168 Kcal/kg para fase inicial; 3144 e 3135 Kcal/kg para fase de crescimento e 3390 e 3389 Kcal/kg para fase final cujos valores são inferiores aos do presente estudo; fato que pode ser explicado pela utilização de linhagem diferentes, esses autores utilizaram linhagem de crescimento rápido e as fases de criação diferem da linhagem de crescimento lento. Da mesma forma os mesmos autores encontraram valores inferiores de EMA e EMAn do farelo de soja. Os autores relatavam valores de EMA de 1759 Kcal/kg para fase inicial, 2206 Kcal/kg para fase de crescimento e 2247 kcal/kg para fase final. E valores de EMAn de 1748 Kcal/kg; 2192 Kcal/kg e 2296 Kcal/kg para as fases inicial, crescimento e final, respetivamente.

Entre os coeficientes de metabolizabilidade determinados (CMMS, CMPB, CMEE), observa-se que o CMPB (Tabela 8) foi menor ($P < 0,05$) para todos os alimentos avaliados. A presença de fatores antinutricionais como componentes de fibra alimentar, compostos fenólicos, inibidores de enzimas modificam a digestão e as reações químicas que alteram a liberação de aminoácidos e de proteínas por processos enzimáticos (HIANE, 2006). A presença de fibra, principalmente polissacarídeos estruturais de paredes celulares e suas interações com proteínas podem reduzir a acessibilidade da proteína à proteólise, causando redução da sua metabolizabilidade (MELITO & TOVAR, 1995; GALLAND-IRMOULI et al., 1999).

De forma geral, há variação nos valores de EMA e EMAn entre os alimentos avaliados nas diferentes idades e por isso faz se necessário a realização de mais estudos sobre a metabolizabilidade da energia de ingredientes utilizados na formulação de dietas para frangos de corte de crescimento lento visando aprimorar as tabelas nacionais de composição de alimentos com valores energéticos de acordo com a idade das aves.

CONCLUSÃO

Valores de EMA e EMAn da farinha de folhas de moringa variaram entre 2557 a 2868 Kcal/kg e 2205 a 2479 Kcal/kg, respectivamente e da polpa de bocaiúva variaram entre 2680 a 3119 Kcal/kg de EMA e entre 2483 a 2490 Kcal/kg de EMAn.

Os ingredientes alternativos demonstraram que podem ser utilizados na formulação de dietas para frangos de corte de crescimento lento em substituição parcial ao milho e ao farelo de soja.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no presente trabalho, a farinha de folhas de moringa e a polpa de bocaiúva são alternativas viáveis para serem utilizadas em formulações de rações para frangos de corte de crescimento lento, principalmente para a região de Mato Grosso do Sul por esta ser produtora de matéria prima (moringa e bocaiúva).

Estes ingredientes apresentaram na sua composição química elevados teores de fibra, o que pode ter influenciado para os resultados de metabolizabilidade da proteína bruta. Entretanto, mais pesquisas devem ser desenvolvidas no sentido de mostrar que as frações proteicas dos ingredientes avaliados contêm ou não inibidores de proteases que poderiam estar interferindo à metabolizabilidade dos nutrientes.

Outro aspecto interessante seria replicar o trabalho em dois experimentos separados, isto é, utilizar uma metodologia de coleta de excretas para cada grupo de animais para evitar qualquer influência do método nos valores de energia e da metabolizabilidade dos nutrientes.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, R. T. V.; OLIVEIRA, J. F. et al. Valor energético de fenos de forrageiras do semiárido para aves Isa Label. **Acta Veterinária Brasília**, v.4, n.2, p.105-112, 2010.
- BRITO, A.B.; STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C.P.; XAVIER, S.A.G.; SILVA, L.A.F.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N.S.M. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 19-26, 2005.
- 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 proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.

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

EBENEBE, C. I.; ANIGBOGU, C. C.; ANIZOBA, M. A. et al. Effect of various levels of moringa leaf meal on the egg quality of Isa Brown breed of layers. **Advances in Life Science and Technology**, v.14, p.45-49, 2013.

FERREIRA, P. M. P.; FARIAS, D. F.; OLIVEIRA, J. T. A. et al. *Moringa oleífera*: bioactive compounds and nutritional potencial. **Revista de nutrição**, Campinas, v.21, 4.4, p.431-437, 2008.

GALLAND-IRMOULI, A.V.; FLEURENCE, J.; LAMGHARY, R.; LUCON, M.; ROUXEL, C.; BARBAROUX, O.; BRONOWICKI, J.P.; VILLAUME, C.; GUEANT, J.L. Nutritional value of proteins from edible seaweed, *Palmaria palmata* (Dulse). **Journal Nutrition Biochemistry**, v.10, p.353-359, 1999.

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

HIANE, P.A.; BALDASSO, P.A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M.L.R. Chemical and nutritional evaluation of kernels of bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 683-689, 2006a.

HIANE, P.A.; MACEDO, M.; SILVA, G.; BRAGA NETO, J.A. Avaliação nutricional da proteína de amêndoas de bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., em ratos Wistar em crescimento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 191-206, 2006b.

MACAMBIRA, G.M.; Uso da farinha de folhas de *moringa oleífera* na alimentação de frangos de corte. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Pernambuco, 2016.

MACAMBIRA, G.M., RABELLO, C.B.V., NAVARRO, M.C.M.M., LUDKE, J.C.R., SILVA, E.C., LOPES, G.R., NASCIMENTO, C.C., LOPES, C.C., BANDEIRA, J.M., SILVA, D.A. Caracterização nutricional das folhas de *Moringa Oleífera* (MOL) para frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, n.2, p.570-578, 2018.

MAKKAR, R., H.P.S. & K. BECKER. Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. **Animal Feed Science and Technology**, n 63: p. 211-228, 1996.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.

MELITO, C.; TOVAR, J. Cell walls limit in vitro protein digestibility in processed legume seed. **Food Chemistry**, v.53, p.305-307, 1995.

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.

MUTAYOBA, S. K.; DIERENFELD, E.; MERCEDES, V. A.; FRANCES, Y.; KNIGHT, C. D. Determination of chemical composition and ant-nutritive components for Tanzanian locally available poultry feed ingredients. **International Journal Poultry Science**, v.10, p.350-357, 2011.

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**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

NKAKWANA, T. T.; MUCHENJE, V.; PIETERSE, E.; MASIKA, P. J.; MABUSELA, T. P.; HOFFMAN, L. C.; DZIMA, K. Effect on *Moringa oleifera* Leaf Meal on Growth Performance, Apparent Digestibility, Digestive Organ Size and Carcass Yield in Broiler Chickens. **Livestock Science**, v.161, p.139-146, 2014.

NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Composição bromatológica, energia metabolizável e equações de predição da energia do grão e de subprodutos do trigo para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.785-793, 2003.

OLUGBEMI, T.S., S.K MUTAYOBA AND F.P. LEKULE. Evaluation of *Moringa oleifera* leaf meal inclusion in cassava chip diets fed to laying birds. *Livest. Res. Rural Develop.*, v. 22, n. 118, 2010.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, N.I. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª Edição, Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, 488p, 2017.

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

SAKOUMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos, In: **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. 2ª Edição, Jaboticabal: Funep, 262p, 2016.

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

SANTOS, F. R. Comparação da eficiência digestiva e metabolismo de nutrientes e de energia entre frangos de crescimento lento e rápido. **Tese**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Brasil. 2012.

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

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, N.I. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª Edição, Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, 488p, 2017.

SAKOUMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos, In: **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. 2ª Edição, Jaboticabal: Funep, 262p, 2016.

SIBBALD, I.R. Metabolizable energy in poultry nutrition. **BioScience**, v.30, p.736-741, 1980.

SIBBALD, I.D.; SUMMERS, J.D.; SLINGER, S.J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feed. **Poultry Science**, v.39, p.544-556, 1960.

WADA, M.T., SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O., FORTES, C.M.L.S.; FEITAS, E.R. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns ingredientes utilizados na alimentação de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 6, p. 59, 2004.