

Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós Graduação em Ciência Animal

**VALOR NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL
PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO**

SANDRA PAULA GASPARINI

Chapadinha

2014

SANDRA PAULA GASPARINI

**VALOR NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL
PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro
Coorientador: Prof. Dr. Marcos Antônio
Delmondes Bomfim

Chapadina

2014

Gasparini, Sandra Paula

Valor nutricional do farelo de arroz integral para frangos de corte de crescimento lento/ Sandra Paula Gasparini – Chapadinha, 2014.

51f.

Orientador: Prof^o. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Maranhão, 2014.

1. Alimento alternativo 2. Aminoácidos digestíveis 3. Energia metabolizável. I. Título

CDU 633.18

SANDRA PAULA GASPARINI

**VALOR NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL
PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em 31 / 03 / 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim (Coorientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Zinaldo Firmino da Silva
Universidade Federal do Maranhão

*“Se clamares por conhecimento, e por inteligência alçares a tua voz,
Se como a prata a buscares e como a tesouros escondidos a procurares,
Então entenderás o temor do SENHOR, e acharás o conhecimento de Deus.”*

Provérbios 2.3-5

Dedico,

À minha mãe, pelo amor, dedicação e incentivo.

À minha irmã e cunhado, pelo apoio.

Aos meus sobrinhos, pelo amor e alegria.

Aos familiares e amigos, pela compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela benção de retomar a vida acadêmica.

Ao professor e orientador Dr. Felipe Barbosa Ribeiro, pela orientação, paciência e compreensão, no decorrer do curso.

Aos professores Dr. Jefferson Costa de Siqueira e Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pelos ensinamentos, disponibilidade e atenção sempre que solicitados.

Aos colegas de curso, pela amizade e bom convívio durante o curso.

Aos bolsistas e estagiários, pela colaboração e dedicação no desenvolvimento dos experimentos, sem os quais seria impossível a execução dos projetos.

Aos funcionários Jóse e José Ribamar, pela colaboração sendo sempre atenciosos e aplicados quando solicitados.

À Universidade Federal do Maranhão e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal por disponibilizarem ensino gratuito.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de mestrado.

À Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda., pela doação e análise dos aminoácidos.

À Poli-Nutri Alimentos S/A, pela doação dos premixes vitamínico e mineral.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação, muito obrigada!

RESUMO

Foram realizados dois experimentos com o objetivo de determinar a energia metabolizável em diferentes idades e a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do farelo de arroz integral (FAI), para frangos de corte de crescimento lento. No primeiro experimento, 352 aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e seis repetições de oito ou seis aves por unidade experimental, conforme idade experimental. O FAI substituiu em 40% as dietas referências, formuladas para três idades (1 a 30, 31 a 60 e 61 a 90 dias). O método utilizado foi o de coleta total de excretas e 1,0% de óxido de ferro foi utilizado como marcador fecal. No segundo experimento, foram utilizadas 168 aves com 41 dias de idade, alimentadas com uma dieta isenta de proteína (DIP) e uma dieta formulada com 55% de FAI como única fonte de proteína bruta e aminoácidos. Todas as aves foram abatidas por deslocamento cervical e abertas na cavidade abdominal para coleta do conteúdo na porção íleo terminal. As amostras foram enviadas para análise de aminoácidos utilizando o HPLC. Foi utilizado 0,5% de óxido de cromo como indicador para determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do FAI e da excreção endógena de aminoácidos. O conteúdo mineral do FAI, com valor de 3,94%, apresentou teor abaixo daqueles descritos na literatura. Os valores de energia metabolizável aparente, verdadeira e verdadeira corrigida para o balanço de nitrogênio, encontrados para o FAI em aves de 70 a 79 dias de idade (2.801, 3.002 e 2.394 kcal/kg, respectivamente), diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) dos valores obtidos com aves de 40 a 49 dias (2.415, 2.566 e 2.427 kcal/kg, respectivamente) e aves de 10 a 19 dias de idade (2.131, 2.266 e 2.214 kcal/kg, respectivamente). Os coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), com valores de 65,80% (70 a 79 dias), 59,20% (40 a 49 dias) e 53,10% (10 a 19 dias de idade), diferiram estatisticamente ($P < 0,05$). O valor do coeficiente de metabolização verdadeiro da energia bruta corrigido para o balanço de nitrogênio (CMVEBn), encontrado em aves de 70 a 79 dias (56,40%), diferiu estatisticamente ($P < 0,05$) do valor encontrado em aves de 10 a 19 dias de idade (49,10%). Assim, nas formulações de rações, devem ser consideradas as diferenças nos valores energéticos do FAI para aves jovens e adultas, pois a digestibilidade da matéria seca e da energia bruta, aumenta com a idade. O valor médio de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do FAI foi de 79,5%, na matéria natural, onde a metionina apresentou o menor coeficiente de digestibilidade verdadeira, com valor de 78,12% e a arginina o maior, com valor de 82,10%. Os valores digestíveis verdadeiros foram de 0,51% para lisina, 0,18% para metionina, 0,41% para metionina+cistina, 0,39% para treonina e 0,52% para valina.

Palavras-Chave: Alimento alternativo. Aminoácidos digestíveis. Energia metabolizável.

ABSTRACT

Two experiments to determine the metabolizable energy in different ages and true digestibility of amino acids of rice bran (RB), broiler slow growth were performed. In the first experiment, 352 birds were distributed in a completely randomized design with three treatments and six replicates of eight or six birds per experimental unit as experimental age. The RB replaced 40% references diets formulated for three age groups (1-30, 31-60 and 61-90 days). The method used was the total collection and 1.0% iron oxide was used as a fecal marker. In the second experiment, 168 birds at 41 days of age fed a diet free of protein (DFP) and formulated with 55% of RB as the sole source of dietary crude protein and amino acids were used. All birds were killed by cervical dislocation and open the abdominal cavity to collect the contents at the terminal ileum portion. The samples were sent for amino acid analysis using HPLC. Was used 0.5% of chromic oxide as a marker for determining the digestibility of amino acids of the RB and the endogenous excretion of amino acids. The mineral content of the RB, with a value of 3.94%, below those content presented in the literature. The apparent metabolizable energy, true and true corrected for nitrogen balance, found for the RB in birds 70-79 days of age (2,801, 3,002 and 2,394 kcal / kg, respectively), statistically different ($P < 0.05$) from values obtained with birds 40-49 days (2,415, 2,566 and 2,427 kcal / kg, respectively) and birds 10-19 days of age (2,131, 2,266 and 2,214 kcal / kg, respectively). The coefficients of apparent metabolism of dry matter (CMADM), with values of 65.80% (70 to 79 days), 59.20% (40 to 49 days) and 53.10% (10 to 19 days of age), statistically different ($P < 0.05$). The coefficient of real gross energy metabolization corrected for nitrogen balance (CMVGen), found in birds 70-79 days (56.40%), statistically different ($P < 0.05$) of the value found in poultry 10 to 19 days of age (49.10%). Thus, in the formulation of rations, should be considered the differences in energy values of RB for young and adult birds, because the digestibility of dry matter and gross energy, increases with age. The average true digestibility of amino acids of the RB was 79.5%, as fed, where the methionine had the lowest coefficient of true digestibility, with a value of 78.12% and the highest arginine, with a value of 82.10 %. The true digestible values were 0.51% for lysine, 0.18% for methionine, 0.41% for methionine + cystine, 0.39% for threonine and 0.52% for valine.

Kay words: Alternative feedstuff. Amino acid digestible. Metabolizable energy.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3. OBJETIVO GERAL	16
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPITULO 2 – VALOR NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL PARA FRANGOS DE CORTE CRESCIMENTO LENTO.....	22
RESUMO	23
ABSTRACT	24
INTRODUÇÃO	25
MATERIAL E MÉTODOS	26
RESULTADO E DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO	36
AGRADECIMENTOS.....	36
REFERÊNCIAS	36

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS1

Tabela 1. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), e energia bruta (EB) do farelo de arroz integral expressos na matéria natural6

Tabela 2. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do farelo de arroz integral, com base na matéria natural determinados com frangos de corte industrial em duas idades.....8

Tabela 3 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira de aminoácidos do farelo de arroz integral determinados com galos Leghorn cecectomizados e frangos de corte industrial, expressos em porcentagem na matéria natural12

CAPITULO 2 – VALOR NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL PARA FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO.....22

Tabela 1. Composição das rações referências para frangos de crescimento lento em diferentes idades.27

Tabela 2. Composição percentual e química da dieta livre de proteína e da dieta com farelo de arroz integral30

Tabela 3. Composição química e energia bruta do farelo de arroz integral, expressa na matéria natural.. 31

Tabela 4. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) do farelo de arroz integral em diferentes idades, expressos na matéria natural.33

Tabela 5. Coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), coeficientes de metabolização aparente e verdadeiro da energia bruta corrigidos (CMAEBn e CMVEBn) do farelo de arroz integral para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.**34**

Tabela 6. Aminoácidos totais (AA totais), coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDv) e aminoácidos digestíveis verdadeiros (AA dig. verd.) do farelo de arroz integral para frangos de corte de crescimento lento, expressos em percentagem na matéria natural.....**35**

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A produção de frangos de crescimento lento é uma alternativa para a geração de renda de pequenos produtores, pois são aves rústicas e podem ser criadas em instalações simples com acesso ao pasto. Fato que confere características diferenciadas à carne como coloração e sabor mais acentuados e consistência mais firme. De acordo com Ávila et al. (2005), existe uma demanda crescente dos consumidores por produtos produzidos sem o uso de promotores de crescimento e sem agredir o meio ambiente, privilegiando o bem estar animal.

Na produção comercial de aves de crescimento lento são utilizadas linhagens melhoradas, com menor taxa de crescimento em relação aos frangos industriais, são animais produtivos e rústicos. Dentre as linhagens mais utilizadas está a ISA Label que tem por característica o pescoço pelado, e segundo Zanusso e Dionello (2003) é mais adaptada ao clima tropical apresentando desempenho regular, mesmo em condições de estresse térmico.

Assim como houve avanço na genética das aves de crescimento lento também se faz necessário um avanço na nutrição, buscando alimentos alternativos que possam substituir adequadamente os ingredientes tradicionais, permitindo maior viabilidade econômica de sistemas alternativos de frango (FARIA et al., 2011) .

O milho e o farelo de soja que são tradicionalmente usados na alimentação das aves tem alta variação nos valores comercializados, por causa de maior demanda e menor produção em algumas regiões do Brasil. De acordo com Pontalti (2013), outros fatores estão relacionados à valorização dos ingredientes tradicionais como as quebras de safras, tanto em nível local quanto em nível regional, os problemas de logística, em que o frete torna-se mais caro que o produto, a competição com a nutrição humana e a produção de bicombustíveis. Todos esses fatores têm desafiado nutricionistas a utilizarem ingredientes de menor valor nutritivo, como os resíduos gerados pela agroindústria.

O Brasil é o 9º produtor mundial de arroz, sendo sua produção distribuída pelos estados do Rio Grande do Sul com 66,5%, Santa Catarina com 8,6%, Maranhão com 5,3%, Tocantins com 4,7% e Mato Grosso com 4,4% (BRASIL, 2013). Dentre os resíduos gerados no processo de polimento do grão de arroz, destaca-se o FAI, que corresponde a 9% do total de resíduos gerados pela agroindústria arroseira (LORENZETT et al., 2012). O FAI tem grande potencial de utilização na composição de rações avícolas, porém seu valor nutricional é variável em função do grau de polimento do grão de arroz, da quantidade de grãos quebrados que entram na porção do farelo, durante o polimento, e da quantidade de casca de arroz que é adicionada ao farelo. Para que o FAI seja utilizado em proporções adequadas é necessário conhecer seu valor nutricional para frangos de crescimento lento, através da sua composição química, valores energéticos e composição de aminoácidos.

A composição química dos alimentos é variável, devido às características da planta, do solo, do cultivo, do clima, dentre outros; e no caso dos resíduos ou subprodutos, pelo processamento. As frações dos nutrientes que compõe o alimento influenciam os teores de energia do alimento, ou seja, o quanto pode fornecer de energia bruta para os animais. Porém, o quanto desta energia será metabolizada dependerá de características do animal, como a idade, pois com o avançar da idade as aves aproveitam melhor os nutrientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Frangos de Crescimento Lento

Dentre as linhagens de crescimento lento produzidas no Brasil, destaca-se a ISA Label, que foi desenvolvida na França a partir do cruzamento de raças rústicas pelo Instituto de Seleção Avícola (ISA). A França se destaca como melhor modelo de produção avícola por respeitar normas rígidas e utilizar a rastreabilidade em toda a cadeia produtiva de frangos no sistema semi-intensivo (ZANUSSO e DIONELLO, 2003). Foi criado no país há mais de quatro décadas, o selo “Label Rouge” ou “Selo Vermelho” estendido a todos os produtos agrícolas que respeitem as normas exigidas para a certificação. Quando a linhagem Isa Label, pertencente ao selo Label Rouge, chegou ao Brasil, ambas denominações foram reconhecidas e utilizadas referenciando-se aos mesmos animais.

Segundo informações do ISA que é um dos maiores centros de pesquisa genética do mundo, a ISA Label é uma ave pesada, que atinge 1,80 quilos em 70 dias; é forte para viver em campo ou semi confinada e sua dieta é um cardápio misto de pasto e ração. A rápida adaptação dessas aves no Brasil transformou-a num produto tropical, a caipira Pescoço Pelado. São aves altamente rústicas e versáteis, obtidas através de elevado padrão de seleção genética.

2.2. Farelo de Arroz Integral

O farelo de arroz integral (FAI) representa a porção escura encontrada entre a casca e o endosperma, é constituído pelo pericarpo, gérmen e aleurona (Figura 1), além de quantidade variável de resíduos de casca e amido (DENARDIN, 2004).



Figura 1. Grão de arroz (RISOVIGNOLA, 2013).

Os principais fatores intrínsecos que afetam o valor nutricional do farelo de arroz integral são o percentual de casca misturada ao farelo, a forma de processamento do grão de arroz (polido ou parboilizado), o tempo de armazenamento e a presença de fatores antinutricionais como polissacarídeos não amiláceos solúveis e ácido fítico, além da presença de micotoxinas (LACERDA et al., 2010).

Os polissacarídeos não amiláceos estão presentes em fibras solúveis e insolúveis, são os principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal, não podem ser digeridos pelas aves. As fibras solúveis tem grande capacidade de absorver água e formar gel no intestino, aumentando a viscosidade da digesta prejudicando a digestibilidade da energia e de outros nutrientes. A fibra solúvel é composta principalmente pela hemicelulose, a qual é formada, principalmente, pelos beta-glucanos na cevada e aveia e arabinoxilanos no trigo, centeio e farelo de arroz (CONTE et al., 2003; SCHOULTEN et al., 2003).

O ácido fítico não é digerido no trato gastrointestinal dos monogástricos devido a pouca ou nenhuma atividade de fitase intestinal e, por isso, é necessário suplementar as dietas com fontes de fósforo inorgânico.

Tabela 1. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), e energia bruta (EB) do farelo de arroz integral expressos na matéria natural

Fontes	MS	PB	EE	FB	MM	EB
	%					Kcal/kg
Lima et al. (2000)	87,24	11,54	15,30	10,98	8,96	4.425
Brum et al. (2005)	87,56	12,28	15,31	8,20	8,43	4.256
Gomes et al. (2007)	89,26	12,16	12,59	9,41	8,69	3.585
Generoso et al. (2008)	87,25	12,34	11,73	7,23	10,44	4.007
Mello et al. (2009)	90,71	13,36	13,13	8,45	9,50	4.482
Junqueira et al. (2009)	88,60	11,79	15,30	10,20	9,75	4.314
Teixeira et al. (2010)	87,94	13,86	16,37	----	8,64	4.490
Rostagno et al. (2011)	89,34	13,13	14,49	8,07	8,98	4.335
Média	88,49	12,56	14,28	8,93	9,17	4.237
Desvio Padrão	1,23	0,81	1,61	1,32	0,68	0,305

Alguns alimentos rotineiramente utilizados nas rações apresentam certa padronização em seu processamento, o que confere características nutricionais semelhantes a estes ingredientes. Entretanto, os alimentos não convencionais, de modo geral, não apresentam padronização em sua forma de obtenção, composição e processamento, podendo variar de acordo com o fornecedor (MELLO, 2007).

2.3. Energia metabolizável

A energia metabolizável (EM) é a forma mais utilizada na formulação de rações para aves, é determinada pela diferença entre a energia bruta consumida e a energia bruta contida nas excretas (fezes e urina). A EM pode ser determinada e expressa como energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) ou energia metabolizável verdadeira corrigida para o balanço de nitrogênio (EMVn).

Na determinação do valor da EMA (Tabela 2) considera-se que toda energia das fezes e urina são provenientes do alimento. Porém, a energia fecal é proveniente dos resíduos do alimento não digerido e da energia metabólica oriunda das descamações das células do intestino e das secreções digestivas e entéricas. Assim como a energia da urina compreende a energia do alimento que não foi utilizada, energia endógena de subprodutos nitrogenados dos tecidos, e a metabólica de subprodutos nitrogenados do metabolismo proteico (SIBBALD, 1982). O valor da EMV é determinado pela diferença entre a EB consumida e a EB excretada, corrigida pelas perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena. Desta forma, o valor de EMV é maior que o da EMA.

A correção pelo balanço de nitrogênio realizada para determinar os valores de EMAn e EMVn é baseada no fato de que aves em crescimento retêm proteína no corpo e aves adultas catabolizam parte dos compostos nitrogenados que são excretados como ácido úrico, contribuindo para a energia das fezes e urina (SIBBALD, 1982). Hill e Anderson (1958) propuseram o valor de correção de 8,22 kcal por grama de nitrogênio retido, pelo fato dessa energia corresponder ao valor energético do ácido úrico quando oxidado.

A determinação da EM dos ingredientes pode ser realizada por meio de métodos biológicos e não biológicos. Os métodos de Sibbald, de coleta total e o de coleta parcial (uso

de indicadores) são alguns exemplos de métodos biológicos, enquanto a determinação *in vitro* e as equações de predição são exemplos de métodos não biológicos.

Tabela 2. Valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) do farelo de arroz integral, com base na matéria natural determinados com frangos de corte industrial em duas idades

Fontes	EMA (kcal/kg)		EMAn (kcal/kg)	
	21 – 30 dias	40 – 50 dias	21 – 30 dias	40 – 50 dias
Generoso et al. (2008)	2.458	2.660	2.446	2.650
Mello et al. (2009)	2.143	2.047	2.137	2.047
Junqueira et al. (2009)	2.968	----	2.804	----
Média	2.523	2.354	2.462	2.349
Desvio Padrão	416	433	334	426

O método de coleta total de excretas é o mais utilizado entre os métodos biológicos, foi descrito por Sibbald e Slinger (1963), baseado nos princípios de Hill e Anderson (1958) e Potter e Matterson (1960). Este método considera a energia metabolizável aparente como sendo a energia consumida subtraída da energia excretada pelas aves. Para isso, utiliza-se uma ração referência a qual é misturada ao alimento a ser testado e fornecido ao animal.

O método de coleta total baseia-se no princípio de quantificar o alimento consumido e as excretas produzidas durante certo período de tempo. O estabelecimento do mesmo horário para iniciar e terminar as coletas baseia-se no fato de que partes das excretas que estavam no trato digestivo, no início, são compensadas pelas perdas no final da coleta. Outra maneira baseia-se no uso de marcador fecal, como, por exemplo, 1% de óxido férrico (vermelho) nas rações no primeiro e no último dia de coleta para marcar o início e o final do período de coleta (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). A EMV dos alimentos é obtida através da

quantificação das perdas endógenas, para isso, são mantidas parcelas de animais em jejum em número igual às parcelas com aves alimentadas com as dietas experimentais.

Para o cálculo dos valores de EMA e EMAn foram utilizadas as equações propostas por Matterson et al. (1965), relacionadas a seguir:

$$\text{EMA dieta referência} = \frac{(\text{EB ing} - \text{EB exc})}{\text{MS ing}};$$

$$\text{EMA dieta teste} = \frac{(\text{EB ing} - \text{EB exc})}{\text{MS ing}};$$

$$\text{EMA alimento} = \text{EMA referência} + \frac{(\text{EMA teste} - \text{EMA referência})}{\text{g alimento/ g dieta}};$$

Balanco de nitrogênio (BN) = Nitrogênio ingerido – Nitrogênio excretado;

$$\text{EMAn dieta referência} = \frac{(\text{EB ing} - \text{EB exc}) - 8,22 \times \text{BN}}{\text{MS ing}};$$

$$\text{EMAn dieta teste} = \frac{(\text{EB ing} - \text{EB exc}) - 8,22 \times \text{BN}}{\text{MS ing}};$$

$$\text{EMAn alimento} = \text{EMA referência} + \frac{(\text{EMAn teste} - \text{EMAn referência})}{\text{g alimento/ g dieta}}.$$

Para o cálculo dos valores da EMV e da EMVn foram utilizadas as equações propostas por Sibbald (1976), relacionadas a seguir:

$$\text{EMV dieta referência} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena})}{\text{MS ingerida}};$$

$$\text{EMV dieta teste} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena})}{\text{MS ingerida}};$$

$$\text{EMV alimento} = \text{EMV referência} + \frac{(\text{EMV teste} - \text{EMV referência})}{\text{g alimento/ g dieta}};$$

$$\text{BN Verdadeiro} = \text{Nitrogênio ingerido} - (\text{Nitrogênio excretado} - \text{Nitrogênio endógeno});$$

$$\text{EMVn dieta referência} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena}) - 8,22 \times \text{BNV}}{\text{MS ingerida}};$$

$$\text{EMVn dieta teste} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} - \text{EB endógena}) - 8,22 \times \text{BNV}}{\text{MS ingerida}};$$

$$\text{EMVn alimento} = \text{EMVn referência} + \frac{(\text{EMVn teste} - \text{EMVn referência})}{\text{g alimento/ g dieta}}.$$

2.4. Fatores que afetam a energia metabolizável

Os valores de EM dos alimentos podem ser afetados por diversos fatores, dentre eles a idade das aves. Lira et al. (2011) encontraram diferença estatística ($P < 0,05$) nos valores de EMAn do resíduo de tomate para pintos de corte industrial, no período de 1 a 8 e de 10 a 17 dias de idade, com valores de 2.351 e 2.465 kcal/kg, respectivamente.

Em outro estudo, Bueno et al. (2012) observaram diferença estatística ($P < 0,05$) na EMA e EMAn do milho, determinadas com frangos de corte industrial, nos períodos de 14 a 22 dias e 33 a 41 dias de idade, com os respectivos valores de 3.442, 4.153, 3.253 e 4.255 kcal/kg. No mesmo estudo, os autores também observaram diferença estatística para a EMA e EMAn do sorgo, com valores de 3.344, 3.934, 3.170 e 3.980 kcal/kg, nos períodos de 14 a 22 dias e 33 a 41 dias de idade, respectivamente.

Além da idade, o genótipo das aves também pode influenciar a metabolização da energia. Lima et al. (2007) avaliaram o gérmen de milho para frangos de crescimento lento, e determinaram os valores da EMA (2.388 e 2.973 kcal/kg) e da EMAn (2.232 e 2.751 kcal/kg),

aos 15 e 45 dias de idade, respectivamente. O gérmen de milho também foi avaliado por Calderano et al. (2010), que determinaram a EMA e EMAn para frangos de corte industrial, nos períodos de 10 a 17 dias e 40 a 47 dias de idade, com os respectivos valores de 2.694 e 2.999 kcal/kg para EMA e 2.605 e 2.925 kcal/kg para EMAn. Estes valores foram superiores aos descritos no estudo anterior, realizado com frangos de corte de crescimento lento, indicando a influência do genótipo sobre a metabolização da energia.

2.5. Aminoácidos digestíveis

A formulação de rações baseada em aminoácidos digestíveis tem sido utilizada pelos nutricionistas, principalmente, pela necessidade de se otimizar o uso de matérias-primas de alto custo e ainda pelo fato de possibilitar a substituição do milho e da soja por ingredientes alternativos, garantindo um aporte equivalente de aminoácidos digestíveis pela correção das deficiências com a suplementação de aminoácidos industriais (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

A digestibilidade pode ser definida como a fração de um nutriente ingerido que é absorvida pelas aves, ou seja, que não é excretada nas fezes. O termo digestibilidade é usado com frequência como sinônimo de disponibilidade, porém são termos diferentes. A disponibilidade pode ser definida como a quantidade específica de um aminoácido que é digerida, absorvida e utilizada no crescimento, manutenção e produção (LEMME, 2006). A digestibilidade pode ser expressa como aparente ou verdadeira.

A digestibilidade aparente é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácidos da dieta e a quantidade recuperada nas fezes ou digesta ileal. A digestibilidade verdadeira (Tabela 3) é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácidos da dieta e a quantidade recuperada nas fezes ou digesta ileal, subtraindo a quantidade de

aminoácidos endógenos da quantidade total de aminoácidos presentes nas fezes ou digesta ileal (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007; TAVERNARI et al, 2012).

Tabela 3 - Coeficiente de digestibilidade verdadeira de aminoácidos do farelo de arroz integral determinados com galos Leghorn cecectomizados e frangos de corte industrial, expressos em porcentagem na matéria natural

Fontes	Junqueira et al. (2009)	Gomes et al. (2010)	Rostagno et al. (2011)	Vieira (2011)	Média	DP ¹
Lisina	80,10	72,51	77,40	86,35	79,09	5,77
Treonina	72,51	67,47	72,50	79,53	73,00	4,96
Metionina	86,26	73,56	78,20	84,62	80,66	5,87
Metionina + Cistina	-----	68,87	73,00	-----	70,93	2,92
Arginina	81,24	78,21	86,40	94,74	85,15	7,23
Glicina	79,66	-----	-----	81,35	80,50	1,19
Histidina	77,23	79,90	83,70	91,17	83,00	6,06
Isoleucina	69,08	74,54	75,00	81,59	75,05	5,12
Leucina	71,98	73,91	75,40	83,56	76,21	5,09
Fenilalanina	70,77	70,58	73,60	83,32	74,57	6,00
Valina	70,29	73,78	76,40	83,63	76,02	5,65
Cistina	77,62	38,9	-----	72,93	63,15	21,13
Alanina	70,39	58,39	-----	82,35	70,38	11,98
Acido Aspártico	70,64	57,68	-----	84,19	70,84	13,26
Acido Glutâmico	76,13	60,46	-----	88,29	74,96	13,95
Serina	72,87	48,27	-----	83,60	68,25	18,11

¹ Desvio Padrão

Os aminoácidos de origem endógena são provenientes das enzimas pancreáticas, mucina, proteína bacteriana e do epitélio intestinal. As secreções endógenas de aminoácidos podem ser estimadas utilizando-se animais em jejum (SIBBALD, 1976), esta metodologia é criticada porque as aves não estão em um estado fisiológico normal e por não considerar a matéria seca ingerida, principal fator para secreção de aminoácidos endógenos (BRYDEN e LI, 2010). Também podem ser estimadas com uma dieta livre de proteína (ROSTAGNO et al., 1973), esta metodologia é criticada porque sem proteína não há estímulo de secreção de

enzimas proteolíticas (ZANELLA et al., 1999). Uma alternativa a estas metodologias foi proposta por Brito et al., (2009), o uso de aminoácidos industriais adicionados a dieta livre de proteína.

A digestibilidade é identificada com base no local em que é realizada a coleta do material, podendo ser pelo método de coleta total de excretas ou ileal. Na técnica de coleta da digesta ileal, a determinação da digestibilidade considera que os aminoácidos são absorvidos no intestino delgado, enquanto proteínas, peptídeos e aminoácidos não digeridos são desdobrados por microrganismos, no intestino grosso, sendo absorvidos como amônia, amins ou amidas, portanto não são utilizados na síntese proteica (ROSTAGNO et al. 2000).

Neste método são utilizadas aves em crescimento, alimentadas com pelo menos duas dietas, uma contendo o alimento e outra isenta de aminoácidos (DIP) ou com aminoácidos cristalinos. O indicador de indigestibilidade (óxido de cromo, óxido de titânio ou cinza ácido insolúvel) é adicionado nas dietas experimentais (BRITO, 2007). Dentre os inconvenientes desta técnica, existe a necessidade de sacrificar as aves e a quantidade de amostra coletada no íleo terminal pode ser considerada insuficiente ou pequena, necessitando um grande número de animais para se retirar uma amostra representativa.

Determinando o conteúdo de aminoácidos e de indicador da digesta e da ração é possível calcular o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeiro, segundo as equações propostas por Rostagno e Featherston (1977), relacionadas a seguir:

$$\text{Fator de Indigestibilidade 1 (FI1)} = \frac{\text{Indicador da dieta}}{\text{Indicador digesta}}$$

$$\text{Fator de Indigestibilidade 2 (FI2)} = \frac{\text{Indicador da dieta DIP}}{\text{Indicador digesta DIP}}$$

$$\text{CDIap dieta} = \frac{(\text{AA dieta } (\%)) - (\text{AA digesta } (\%) \times \text{FI1})}{\text{AA dieta } (\%)} \times 100;$$

$$\text{CDIv dieta} = \frac{(\text{AA dieta } (\%)) - (\text{AA digesta } (\%) \times \text{FI1}) - (\text{AA endógeno} \times \text{FI2})}{\text{AA dieta } (\%)} \times 100.$$

Em que:

AA = aminoácidos;

CDIap = coeficiente de digestibilidade ileal aparente;

CDIv = coeficiente de digestibilidade ileal verdadeiro.

2.6. Fatores que afetam a digestibilidade dos aminoácidos

Muitos são os fatores que afetam a digestibilidade dos aminoácidos dos alimentos, como as características ligadas a planta, não só a genética e o processamento, mas também as características do solo e do clima da região onde foi feito o plantio, as características ligadas ao animal como peso, sexo, idade, status fisiológico e genótipo, e os procedimentos experimentais como metodologia empregada na determinação da digestibilidade e do nível de consumo (NOBLET e LE GOFF, 2001).

Garcia et al. (2007), relataram que os valores de digestibilidade ileal padronizada dos aminoácidos para pintos foram significativamente menores em comparação com galos cecectomizados para os mesmos ingredientes. Os autores atribuíram a diferença para a idade ou metodologia.

Além dos fatores ligados à fisiologia animal, os alimentos possuem características que interferem na digestibilidade dos aminoácidos. Alguns fatores referentes aos alimentos, que diminuem a digestibilidade dos aminoácidos são: inibidores de protease, presença de taninos, reação de Maillard. Muitos desses fatores são próprios dos alimentos ou adquiridos pelo processamento inadequado (COON, 1991).

O processamento pode interferir na digestibilidade dos aminoácidos, Vieira (2011) avaliando o FAI e o farelo de arroz parboilizado (FAP) relatou que a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos, determinada com frangos de corte industrial, foi maior no FAI do que no FAP.

3. OBJETIVO GERAL

Objetivou-se caracterizar o valor nutricional do FAI para frangos de corte de crescimento lento, através da análise da composição química, da determinação dos valores de EM, do coeficiente de metabolização aparente e verdadeiro da energia bruta (CMAEB e CMVEB), do coeficiente de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS) em diferentes idades, e determinar os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, V.S., ANGONESE, C., FIGUEIREDO, E.A.P. Criação de Frangos coloniais: uma alternativa para a pequena propriedade familiar. **Nordeste Rural. Negócios do Campo**. 2005. Disponível em: < <http://www.nordeste-rural.com.br/nordeste-rural/matler.asp?newsId=2781>> Acessado em: 10 de Dezembro de 2013.

BRAYDEN, W.L.; LI, X. Amino acid digestibility and poultry feed formulation: expression, limitations and application. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, p.279-287, 2 (supl. especial), 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023/** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96 p.

BRUM, P.A.R. et al. **Composição química e energia metabolizável de óleos, arroz vermelho e subprodutos do arroz visando à alimentação de aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005.5p. (Comunicado Técnico 401). Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_f0q80p4k.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2013.

BRITO, C.O. **Desempenho e avaliação de carcaça de frangos de corte submetidos a dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis e estimativas do crescimento e da deposição de tecido corporal utilizando equações matemáticas**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 162p. 2007.

BRITO, C.O. et al. Dieta aminoacídica na determinação da perda endógena ileal de frangos de corte: uma proposta metodológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.11, p.2161-2166, 2009.

BUENO, J.P.R. et al. Energia metabolizável de híbridos de sorgo para frangos de corte. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v.18, n.2 (Supl.), p.91-94. 2012.

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

CONTE, A.J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

COON, C.N. Optimizing ingredient utilization through a better understanding of amino acid bioavailability. In TECHNICAL SYMPOSI, 1991, Aruba. **Proceedings...** Aruba: Novus International, p.11-40,1991.

DENARDIN, C.C. et. al. Composição Mineral de Cultivares de arroz integral, parboilizado e branco. **Alimentos & Nutrição**, Araraquara, v.15, n.2, p.125-130, 2004.

FARIA, P.B. et al. Performance and carcass characteristics of free-range broiler chickens fed diets containing alternative feedstuffs. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, Campinas, v.13, n.3, p.211-216, 2011.

GARCIA, A.R.; BATALLA, A.B.; DALE, N.M. A comparison of methods to determine amino acid digestibility of feed ingredients for chickens. **Poultry Science**, v.86, p.94-101, 2007.

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

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

GOMES, P.C. et al. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.

HILL, F. W., ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations with growing chicks. **Journal Nutrition**, v.64, n.3, p.587-604, 1958.

JUNQUEIRA, O.M. et al. Composição química, valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de subprodutos do arroz para frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p. 2497-2503, 2009.

LACERDA, D. B. C. L. et al. Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.4, p.521- 530, out. 2010.

LIMA, G.J.M.M. et al. **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000.2p. (Comunicado Técnico 244). Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot244.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2013.

LIMA, S.B.P. et al. Avaliação nutricional e energética do gérmen integral de milho para frangos caipira de corte. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** UNESP, 2007. p. 1-3.

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

LEMME, A. **Aminoácidos digestíveis ileal estandarizados en la nutrición de pollos**. Amino News, v.7, n.2, jul. 2006. (Comunicado Técnico). Disponível em:<<https://www.aminoacidsandmore.com/LIBRARY/FLEXHIBE/V2/com/evonik/healthnutritio/documentHandling/file/Download.cfm?fileId=9450>>. Acessado em: Sete de março de 2014.

LORENZETT, D.B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N.T. Gestão de resíduos na indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v.8, n.1, p.219-232, 2012.

MATTERSON, L.S. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. University of Connecticut Storrs. Agricultural Experiment Station Research Report, v.11, 11p, 1965. (Research Report).

MELLO, H. H. C. **Determinação dos valores de energia metabolizável de alimentos com aves de diferentes idades**. 2007. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

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

NOBLET, J.; LE GOFF, G. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, p.35-52. 2001.

PONTALTI, G.C. **Estudos sobre a qualidade do milho e do farelo de arroz integral para frangos de corte**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

POTTER, L. M.; MATTERSON, L. D. Metabolizable energy of feed ingredients for the growing chick. **Poultry Science**, v.39, n. 3, p. 781-182, 1960.

RISOVIGNOLA. Disponível em:< <http://www.risovignola.it/pt/category/risi/achicco/>>

ROSTAGNO, H.S.; ROGLER, J.C; FEATHERSTON, W.R. Studies on the nutritional values of sorghum grains with varying tannin content for chicks. 2. Amino acids digestibility studies. **Poultry Science**, v.52, p.772-776, 1973.

ROSTAGNO, H. S., FEATHERSTON, W. R. Estudo de métodos de determinação de disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.6, p.64–75, 1977.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 141p, 2000.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. – Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa , 2011. 252p.

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

SCHOULTEN, N.A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.6, p.1380-1387, 2003.

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

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

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

TAVERNARI, F.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Métodos para determinar a digestibilidade de aminoácidos dos ingredientes: estandarizada e verdadeira. **Engormix**, 2012. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/metodos-determinar-digestibilide-aminoacidos-t930/124-p0.htm>>. Acesso em: 22 de julho de 2013.

TEIXEIRA, E.A. et al. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.

VIEIRA, R.A. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. 2011. 100f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG. 2011.

ZANELLA, I. et al. Efeito da adição de enzimas exógenas na dieta sobre a atividade enzimática da amilase e tripsina pancreática em frangos de corte. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIAS E TECNOLOGIAS AVICOLAS, 1999, Campinas. **Anais**. Campinas: 1999. p.45

ZANUSSO, J.T.; DIONELLO, N.J.L. Produção avícola alternativa: análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, p.191-194, 2003.

**CAPITULO 2 – VALOR NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL
PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO**

*Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Caatinga

VALOR NUTRICIONAL DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL PARA FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO

RESUMO - Foram realizados dois experimentos com o objetivo de determinar a energia metabolizável em diferentes idades e a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do farelo de arroz integral (FAI), para frangos de corte de crescimento lento. No primeiro experimento, 352 aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e seis repetições de oito ou seis aves por unidade experimental, conforme idade experimental. O FAI substituiu em 40% as dietas referências, formuladas para três idades (1 a 30, 31 a 60 e 61 a 90 dias). O método utilizado foi o de coleta total de excretas e 1,0% de óxido de ferro foi utilizado como marcador fecal. No segundo experimento, foram utilizadas 168 aves com 41 dias de idade, alimentadas com uma dieta isenta de proteína (DIP) e uma dieta formulada com 55% de FAI como única fonte de proteína bruta e aminoácidos. O método utilizado foi o de coleta ileal de digesta, as amostras foram enviadas para análise de aminoácidos utilizando o HPLC. Foi utilizado 0,5% de óxido de cromo como indicador para determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do FAI e da excreção endógena de aminoácidos. O conteúdo mineral do FAI, com valor de 3,94%, apresentou teor abaixo daqueles descritos na literatura. Os valores de energia metabolizável aparente, verdadeira e verdadeira corrigida para o balanço de nitrogênio, encontrados para o FAI em aves de 70 a 79 dias de idade (2.801, 3.002 e 2,394 kcal/kg respectivamente), diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) dos valores obtidos com aves de 10 a 19 dias de idade (2.131, 2.266 e 2.214 kcal/kg). Assim, nas formulações de rações, devem ser consideradas as diferenças nos valores energéticos do FAI para aves jovens e adultas. O valor médio de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos do FAI foi de 79,5%, na matéria natural, onde a metionina apresentou o menor coeficiente de digestibilidade verdadeira, com valor de 78,12% e a arginina o maior, com valor de 82,10%. Os valores digestíveis verdadeiros foram de 0,51% para lisina, 0,18% para metionina, 0,41% para metionina+cistina, 0,39% para treonina e 0,52% para valina.

Palavras-Chave: Alimento alternativo. Aminoácidos digestíveis. Energia metabolizável.

NUTRITIONAL VALUE OF RICE BRAN FOR SLOW GROWTH BROILERS

ABSTRACT - Two experiments to determine the metabolizable energy in different ages and true digestibility of amino acids of rice bran (RB), slow growth broiler were performed. In the first experiment, 352 birds were distributed in a completely randomized design with three treatments and six replicates of eight or six birds per experimental unit as experimental age. The RB replaced 40 % references diets formulated for three age groups (1-30 , 31-60 and 61-90 days) . The method used was the total collection and 1.0 % iron oxide was used as a fecal marker. In the second experiment, 168 birds at 41 days of age, fed a diet free of protein (DFP) and formulated with 55 % of RB as the sole source of dietary crude protein and amino acids were used. The method used was that of ileal digest collection, the samples were sent for amino acid analysis using HPLC. Was used 0.5 % of chromic oxide as a marker for determining the digestibility of amino acids of the RB and the endogenous excretion of amino acids. The mineral content of the RB, with a value of 3.94 %, below those content presented in the literature. The values of apparent metabolizable energy, true and true corrected for nitrogen balance, found for the RB in birds 70-79 days of age (2,801, 3,002 and 2,394 kcal / kg respectively), statistically different ($P < 0.05$) of the values obtained with birds 10-19 days of age (2,131, 2,266 and 2,214 kcal / kg) . Thus, in the formulation of rations, should be considered the differences in energy values of RB for young and adult birds . The average true digestibility of amino acids of the RB was 79.5 % as fed, where the methionine had the lowest coefficient of true digestibility, with a value of 78.12 % and the highest arginine, with a value of 82.10 %. The true digestible values were 0.51 % for lysine, 0.18% for methionine, 0.41% for methionine + cystine, 0.39% for threonine and 0.52 % for valine.

Keywords: Alternative feedstuff. Amino acid digestible. Metabolizable energy.

INTRODUÇÃO

O milho e o farelo de soja que são ingredientes tradicionalmente usados na alimentação das aves tem alta variação nos valores comercializados, por causa de suas demandas pela indústria de biocombustíveis e consumo humano, além da variação de sua produção devido a fatores climáticos. Em razão disso, o uso de ingredientes alternativos como resíduos da agroindústria são necessários.

A agroindústria arrozeira gera grande volume de resíduos no beneficiamento do arroz, destes em torno de 9% é FAI (LORENZETT et al, 2012). O Brasil é o 9º produtor mundial de arroz, sendo sua produção distribuída pelos estados do Rio Grande do Sul com 66,5%, Santa Catarina com 8,6%, Maranhão com 5,3%, Tocantins com 4,7% e Mato Grosso com 4,4% (BRASIL, 2013).

O uso de alimentos alternativos pode auxiliar a viabilidade de produção comercial de frangos de crescimento lento. Neste tipo de criação são utilizadas linhagens melhoradas com menor taxa de crescimento em relação aos frangos industriais, porém são aves rústicas e versáteis. Dentre as linhagens mais utilizadas está a ISA Label que tem por característica o pescoço pelado, e segundo Zanusso e Dionello (2003) é mais adaptada ao clima tropical apresentando desempenho regular mesmo em condições de estresse térmico.

Para o uso racional do FAI é necessário conhecer seu o valor nutricional para frangos de crescimento lento, ou seja, quanto da energia bruta fornecida é metabolizável e o quanto do total de aminoácidos é digerível por estes animais. Desta forma, este resíduo poderá ser utilizado em proporções adequadas nas composições de rações avícolas.

Nas formulações destas rações normalmente são utilizados valores da metabolização aparente da energia, pois os alimentos tradicionalmente utilizados na avicultura (milho e farelo de soja) são facilmente metabolizáveis pelas aves, havendo pouca diferença em relação aos valores da metabolização verdadeira da energia. Mas quando utilizamos alimentos não tradicionais, como o FAI, é mais adequado utilizar valores de metabolização verdadeira, pois estes são mais elevados em relação aos valores de metabolização aparente e possibilitam o uso de maior quantidade do FAI na ração. O mesmo ocorre com os aminoácidos, que em subprodutos e resíduos apresentam valores mais elevados em termos digestíveis do que em termos de aminoácidos totais.

Diante da ausência de informações sobre o FAI para frangos de crescimento lento e da importância do conhecimento da EMV, realizou-se este trabalho com o objetivo de determinar

os valores de energias metabolizáveis, os coeficientes de metabolização da energia e da matéria seca em diferentes idades e o coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e seus respectivos valores digestíveis verdadeiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

O primeiro experimento foi realizado no período de junho a setembro de 2011. Foram utilizados 352 frangos de crescimento lento, linhagem ISA Label nos três ensaios de metabolismo, utilizando o FAI como alimento teste.

As aves foram inicialmente alojadas em galpão convencional, onde receberam dieta a base de milho e farelo de soja e água a vontade. Para formação das unidades experimentais foram utilizadas aves selecionadas a partir do peso médio do lote do galpão com variação de $\pm 5\%$. As aves utilizadas num determinado ensaio não foram reutilizadas em ensaios subsequentes e todas foram adquiridas do mesmo fornecedor.

Os experimentos foram desenvolvidos em baterias compostas por gaiolas, com dimensões de 0,85 x 0,85 x 0,50 m cada, dotadas de comedouros e bebedouros tipo calha e bandejas coletoras de excretas, as quais foram revestidas com lona plástica preta.

Para avaliar o efeito da idade sobre os valores energéticos e os coeficientes de digestibilidade do FAI, foram conduzidos três ensaios de metabolismo em diferentes fases: inicial (1 a 30 dias de idade), crescimento (31 a 62 dias de idade) e terminação (63 a 90 dias de idade), conduzidos no período intermediário de cada fase, ou seja, de 10 a 19 dias, 40 a 49 dias e de 70 a 79 dias de idade. O período experimental, em cada fase, foi de dez dias, com cinco dias de adaptação à dieta e as instalações e cinco dias de coleta total de excretas.

Para cada fase foi formulada uma dieta referência (DR), a base de milho e farelo de soja, para suprir as exigências das aves; sendo as dietas testes obtidas pela substituição de 40% das DR's por FAI (40% FAI + 60% DR). As equações propostas por Rostagno et al. (2005) foram utilizadas para estimar exigências nutricionais em função da idade média das aves, e os níveis de aminoácidos foram estabelecidos com base nas relações propostas pelo mesmo autor (Tabela 1).

Tabela 1. Composição das dietas referências para frangos de crescimento lento em diferentes idades.

Ingredientes	1 a 30 dias	31 a 60 dias	61 a 90 dias
Milho	63,581	71,366	75,288
Farelo de soja	31,552	23,103	20,622
Fosfato bicálcico	1,818	1,386	0,912
Calcário	0,906	0,767	0,629
Óleo de soja	0,716	0,304	1,317
Sal comum	0,494	0,413	0,337
DL-metionina	0,253	0,252	0,181
L-lisina HCL	0,271	0,382	0,301
L- treonina	0,079	0,118	0,065
L-valina	0,006	0,083	0,025
Premix vitamínico ⁽¹⁾	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ⁽²⁾	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina (70%)	0,125	0,125	0,125
Amido	0,000	1,500	0,000
Total	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada			
Proteína bruta (%)	20,00	17,00	16,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950	3.050	3.150
Lisina total (%)	1,239	1,111	0,988
Met + cis total (%)	0,880	0,800	0,712
Treonina total (%)	0,843	0,756	0,672
Triptofano total (%)	0,240	0,193	0,181
Valina total (%)	0,942	0,867	0,771
Metionina total (%)	0,560	0,519	0,439
Fibra bruta (%)	2,807	2,485	2,418
Cálcio (%)	0,888	0,711	0,537
Fósforo disponível (%)	0,444	0,355	0,266
Sódio (%)	0,215	0,183	0,153

⁽¹⁾ Quantidade/kg de dieta: vit. A - 11.000 U.I.; vit. D3 - 2.000 U.I.; vit. E - 16 U.I.; ácido fólico - 0,4 mg; Pantotenato de Cálcio -10,0 mg; biotina - 0,06 mg; Niacina - 35 mg;

Piridoxina - 2,0 mg; Riboflavina - 4,5 mg; Tiamina - 1,2 mg; vit. B12 - 16,0 mg; vit. K3 - 1,5 mg; selênio - 0,25 mg; Antioxidante - 30 mg. ⁽²⁾ Quantidade/kg de dieta: Mn - 60,0 mg; Fe - 30,0 mg; Zn - 60,0 mg; Cu - 9,0 mg; I - 1,0 mg.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e seis repetições. As parcelas experimentais foram compostas por quantidades iguais entre machos e fêmeas, sendo oito aves 1º ensaio, oito aves no 2º ensaio e seis aves no 3º ensaio. Paralelamente, em cada idade experimental, foram mantidas quatro parcelas com o mesmo número de aves em jejum por 24 horas para esvaziamento do trato digestivo e por mais 48 horas para coleta das perdas endógenas e metabólicas. Nos cálculos da Energia Metabolizável Verdadeira (EMV) e Energia Metabolizável Verdadeira corrigida para o balanço de nitrogênio (EMVn), as perdas endógenas e metabólicas foram corrigidas para os cinco dias de coleta total.

As aves utilizadas no segundo e no terceiro ensaio permaneceram alojadas no galpão convencional até o 40º e 70º dia de vida, respectivamente, recebendo ração a base de milho e farelo de soja, formulada para atender suas exigências de acordo com a fase.

Foi utilizada a metodologia de coleta total de excretas, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007) em todos os ensaios metabólicos. Para a determinação exata do início e término de período de coleta de excretas, foi utilizado 1,0% de óxido de ferro como marcador fecal. As excretas de todas as unidades experimentais foram coletadas duas vezes ao dia, para evitar fermentação. O material colhido foi acondicionado em sacos plásticos, identificados por repetição e congelados a -18°C. No final de cada ensaio foram determinadas as quantidades de dieta consumida e o total de excreta.

As amostras foram armazenadas em freezer, posteriormente liofilizadas por 72 horas e moídas num moinho tipo Willey adaptado à peneira com furos de um milímetro. Em seguida as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Bromatologia e Minerais do Instituto de Zootecnia, em São Paulo, para análise de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), energia bruta (EB) e matéria mineral (MM). O método utilizado para essas análises seguiram os protocolos descritos por Detmann et. al. (2012).

Uma vez quantificado o consumo e o total excretado de energia e nitrogênio, foram determinados os valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), EMV e EMVn e os coeficientes de metabolização da matéria seca (CMAMS), da

energia bruta aparente corrigida (CMAEBn) e da energia bruta verdadeira corrigida (CMVEBn), em diferentes idades, expressos na matéria natural, conforme equações proposta por Matterson et al. (1965).

Os dados de EMA, EMAn, EMV, EMVn, CMAMS, CMAEBn e CMVEBn foram submetidos ao teste de Normalidade (Cramer Van Mises) e Homocedasticidade (Levene) e satisfeitas estas pressuposições foram submetidas à análise de variâncias, sendo as médias obtidas para cada idade comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O segundo experimento foi realizado no mês de março de 2013, foram utilizados 168 frangos de crescimento lento, linhagem ISA Label, com 37 dias de idade, alimentadas com uma DIP à base de amido e uma dieta formulada com 55% de FAI como única fonte de proteína e aminoácidos (Tabela 2).

Foi utilizado 0,5% de óxido de cromo como indicador para determinação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos e da excreção endógena de aminoácidos. O método de digestibilidade utilizado foi o de coleta ileal. As aves foram submetidas a um período de adaptação às dietas experimentais de cinco dias e, aos 41 dias foram abatidas por deslocamento cervical para a coleta da digesta, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007).

Imediatamente após o abate, o íleo foi exposto por incisão abdominal e um segmento de 40 centímetros, terminando a quatro centímetros da junção ileocecal, foi removido. Com uma leve pressão manual do segmento, o conteúdo foi recolhido em uma placa de Petry devidamente identificada.

As amostras foram armazenadas em freezer, e posteriormente liofilizadas por 24 horas e moídas num moinho tipo Willey adaptado à peneira com furos de um milímetro. Em seguida as amostras foram encaminhadas para análise da concentração do óxido crômico nas dietas experimentais e nas digestas das aves, conforme Silva e Queiroz (2006), na Embrapa Gado de Leite, em Minas Gerais.

As análises dos teores de aminoácidos das amostras do FAI, das dietas experimentais e das digestas foram realizadas utilizando-se HPLC – Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, no Laboratório da Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda., em São Paulo.

Tabela 2. Composição percentual e química da dieta livre de proteína e da dieta com farelo de arroz integral

Ingredientes	DIP	FAI
Amido	73,06	26,06
Açúcar	5,00	1,00
Farelo de Arroz Integral	-	55,00
Óleo de Soja	5,00	6,00
Fosfato Bicálcico	2,10	2,10
Calcário	1,00	1,00
Sal	0,45	0,45
Casca de Arroz	10,00	5,00
Areia Lavada	2,50	2,50
Vitaminas ²	0,13	0,13
Minerais ³	0,05	0,05
Cloreto Colina (60%)	0,20	0,20
BHT	0,01	0,01
Óxido de Cromo	0,50	0,50
Total	100,00	100,00
EMAn (kcal/kg)	3208,61	2736,36
Matéria Seca (%)	83,64	83,35
Proteína Bruta (%)	0,00	7,31
Cálcio, %	0,89	0,95
Fósforo Disp. (%)	0,39	0,52
Sódio (%)	0,18	0,20
Gordura (%)	4,98	13,95
Fibra Bruta (%)	4,00	5,45
Lisina total (%)	0,00	0,35
Lisina dig. (%)	0,00	0,27
Met.+Cist. total (%)	0,00	0,29
Met.+Cist. dig. (%)	0,00	0,21
Treonina total (%)	0,00	0,27
Treonina dig. (%)	0,00	0,20
Triptofano total (%)	0,00	0,09
Triptofano dig. (%)	0,00	0,07
Arginina total (%)	0,00	0,54
Arginina dig. (%)	0,00	0,47

⁽¹⁾ Quantidade/kg de dieta: vit. A - 11.000 U.I.; vit. D3 - 2.000 U.I.; vit. E - 16 U.I.; ácido fólico - 0,4 mg; Pantotenato de Cálcio -10,0 mg; biotina - 0,06 mg; Niacina - 35 mg;

Piridoxina - 2,0 mg; Riboflavina - 4,5 mg; Tiamina- 1,2 mg; vit. B12 - 16,0 mg; vit. K3 - 1,5 mg; selênio - 0,25 mg; Antioxidante - 30 mg. ⁽²⁾ Quantidade/kg de dieta: Mn - 60,0 mg; Fe - 30,0 mg; Zn - 60,0 mg; Cu - 9,0 mg; I - 1,0 mg.

Os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos foram determinados por meio do cálculo do fator de indigestibilidade (ROSTAGNO e FEATHERSTON, 1977). Na determinação dos coeficientes da digestibilidade verdadeira, foram utilizados os valores de excreção endógena de aminoácidos obtidos com os animais que receberam a DIP.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Considerando o teor de PB e FB (Tabela 3) do FAI analisado, este alimento pode ser classificado como energético. O teor de PB do FAI encontrado neste estudo assemelha-se aos valores citados na literatura, com variação de 11,54% a 13,86%, descritos por Lima et al. (2000) e Teixeira et al. (2010), respectivamente.

Tabela 3. Composição química e energia bruta do farelo de arroz integral, expressa na matéria natural.⁽¹⁾

MS	PB	EE	FB	FDN	FDA	Hem	MM	ENN	EB
%	%	%	%	%	%	%	%	%	(Kcal/Kg)
88,72	13,29	16,48	6,28	18,72	8,77	9,95	3,94	60,02	4511

⁽¹⁾ MS, matéria seca; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FB, fibra bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; MM, matéria mineral; EB, energia bruta; ENN, extrato não nitrogenado.

Observou-se na literatura variabilidade nos teores de EE, com valores relatados de 11,73% por Generoso et al. (2008) a 16,37% por Teixeira et al. (2010). Estas variações podem ser atribuídas ao grau de polimento do grão de arroz, que segundo Storck et al. (2005), nas camadas externas do grão de arroz estão as maiores proporções de óleo.

O processo de beneficiamento do grão (brunificação) influencia também o conteúdo fibroso do farelo, pois quanto mais polido maior será a quantidade de fibra deste resíduo. A fração fibrosa do FAI apresentou para a FB, FDN e FDA os respectivos valores 6,28%, 18,72% e 8,77%, sendo menores do que os apresentados na literatura onde são observados teores de 7,23% a 10,98% de FB, descritos por Generoso et al. (2008) e Lima et al. (2000),

respectivamente. As poucas informações encontradas sobre FDN e FDA na literatura consultada, apresentam valores médios de 22,14% e 12,57%, respectivamente.

Determinando as frações da fibra, quantifica-se a hemicelulose, que apresentou valor de 9,95%, sendo próximo ao valor médio observado na literatura que é de 9,57%. Segundo Conte et al. (2003) a hemicelulose é composta principalmente por arabinosilanos no farelo de arroz, estas substâncias aumentam a viscosidade da digesta dificultando a ação das enzimas, diminuindo o aproveitamento da energia pelas aves.

O conteúdo mineral do FAI apresentou teores abaixo daqueles descritos na literatura, com valores de 8,43%, Brum et al. (2005) e 10,44%, Generoso et al. (2008). O menor valor de MM encontrado neste estudo pode ser explicado pela menor adição de casca de arroz no FAI.

A fração de ENN apresentou valor de 60,02%, sendo maior que o descrito por Rostagno et al. (2011), que foi de 44,67%. O FAI contém teores variáveis de amido proveniente do endosperma, contribuindo para a variação na fração de ENN.

O valor de EB foi superior aos valores encontrados na literatura, com variabilidade de 3.585 kcal/kg a 4.490 kcal/kg, descritos por Gomes et al. (2007) e Teixeira et al. (2010), respectivamente. Esse valor de EB está relacionado com as maiores concentrações de EE e ENN e a menor concentração de MM, encontradas no FAI utilizado em relação aos valores descritos pelos demais autores citados.

A EMA e EMV (Tabela 4) encontradas para o FAI nos frangos com 70 a 79 dias de idade foram superiores ($P < 0,05$) aos encontrados na fase inicial (10 a 19 dias) e crescimento (40 a 49 dias), sendo que estas não diferiram entre si ($P > 0,05$).

Os valores encontrados de EMAn não diferiram ($P > 0,05$) entre as idades. A EMVn na fase final foi superior ($P < 0,05$) a fase inicial. Segundo Sakomura et al. (2004), os menores valores de energia metabolizável determinados nas três primeiras semanas de idade das aves podem ser justificados pelos baixos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo nesta fase, assim como pelas baixas atividades da amilase e da lipase, de modo que nesse período a capacidade de digestão das aves não está totalmente desenvolvida, o que limita o aproveitamento dos nutrientes, principalmente as gorduras das dietas.

A EMA e a EMV foram superiores a EMAn e a EMVn, nas três fases estudadas, indicando que as aves estão em balanço positivo de nitrogênio, ou seja, há deposição de tecido. Em condições de consumo à vontade, os valores de EMA são superiores aos de EMAn, quando a retenção de nitrogênio é positiva. Quando o balanço de nitrogênio é negativo,

os valores de EMA e EMV são inferiores aos valores de EMAn e EMVn, indicando degradação de tecido muscular.

Tabela 4. Valores de energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) do farelo de arroz integral em diferentes idades, expressos na matéria natural.⁽¹⁾

Idades	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)	EMV (kcal/kg)	EMVn (kcal/kg)
10 a 19 dias	2131±140 b	2079±145 a	2266±142 b	2214±141 b
40 a 49 dias	2415±222 b	2275±216 a	2566±220 b	2427±214 ab
70 a 79 dias	2801±318 a	2342±309 a	3002±286 a	2543±278 a
Média	2449	2232	2611	2394
CV %	9,71	10,39	8,57	9,11

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem (P>0,05) entre si pelo teste Tukey

Generoso et al. (2008) observaram efeito da idade (P<00,1) nos valores energéticos do FAI, determinados com frangos de corte industrial, com idade entre 21 a 30 dias e 41 a 50 dias, sendo os respectivos valores de 2.458, 2.660 kcal/kg para a EMA, 2.446 e 2.650 kcal/kg para a EMAn. Os referidos valores de EMA e EMAn são próximos aos descritos no presente estudo para frangos de corte de crescimento lento, no período de 40 a 49 dias de idade. Também foi observado que os frangos de corte industriais não apresentaram diferença entre os valores de EMA e EMAn, nos períodos avaliados, indicando que as aves estavam em equilíbrio nitrogenado, que utilizavam a energia para manutenção e não mais para deposição de tecido, ao contrário do que ocorreu com os frangos de crescimento lento.

Em outro estudo, avaliando o efeito da idade sobre a metabolização da energia do FAI, em frangos de corte industrial, Mello et al. (2009) observaram diferença estatística (P<0,05) nos valores energéticos, entre galos com 25 semanas de idade e frangos com 10 a 17 dias, 26 a 33 dias e 40 a 47 dias de idade, sendo que entre estes não houve efeito da idade sobre os valores de energia metabolizável. Os respectivos valores foram de 2.615, 2.111, 2.143 e 2.047 kcal/kg para a EMA, 2.611, 2.105, 2.137 e 2.047 kcal/kg para a EMAn.

O CMAMS (Tabela 5) aumentou com a idade dos frangos (P<0,05). Na fase final o CMAMS foi 19,3% maior que na fase inicial. Segundo Silva et al. (2009), a importância do

CMAMS está na compreensão da fração digerível, assimilável e metabolizável do alimento, uma vez que é na matéria seca que os nutrientes estão contidos.

Não houve diferença na metabolização aparente da energia bruta do FAI entre as idades avaliadas. Houve diferença ($P < 0,05$) para o CMVEBn das aves mais velhas (70 a 79 dias) em relação aos frangos de 10 a 19 dias de idade. A diferença na metabolização da energia bruta entre as fases foi de 13% aproximadamente.

Tabela 5. Coeficientes de metabolização aparente da matéria seca (CMAMS), coeficientes de metabolização aparente e verdadeiro da energia bruta corrigidos (CMAEBn e CMVEBn) do farelo de arroz integral para frangos de corte de crescimento lento em diferentes idades.

Idades	CMAMS %	CMAEBn %	CMVEBn %
10 a 19 dias	53,10 c	46,10 a	49,10 b
40 a 49 dias	59,20 b	50,40 a	53,80 ab
70 a 79 dias	65,80 a	51,90 a	56,40 a
Média	59,37	49,47	53,10
CV %	11,60	9,40	8,84

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem ($P > 0,05$) entre si pelo teste Tukey

A utilização da dieta isenta de proteína (DIP) possibilitou estimar o conteúdo de aminoácidos endógenos (Tabela 6), provenientes das descamações do epitélio celular, das secreções gástricas (enzimas, bile, mucina), e da proteína bacteriana. Os aminoácidos com maior secreção endógena foram o ácido glutâmico, o ácido aspártico, a leucina e a lisina, com os respectivos valores de 0,355%, 0,244%, 0,222% e 0,214%. Estudando o fluxo endógeno de aminoácidos em pintos de corte Adedokum et al. (2007) observaram maior secreção de ácido glutâmico, ácido aspártico, leucina, treonina, prolina e serina, e sugeriram que este resultado foi originado da mucina produzida no trato gastrointestinal. De acordo com Bryden e Li (2010), as perdas endógenas de aminoácidos são influenciadas principalmente pela ingestão de matéria seca e secundariamente pela composição inerente do ingrediente da dieta.

Os valores de aminoácidos totais (Tabela 6) foram similares aos observados por Junqueira et al. (2009), Gomes et al. (2010) e Rostagno et al. (2011), sendo pequenas variações relacionadas ao teor proteico do FAI.

Tabela 6. Aminoácidos totais (AA totais), aminoácidos endógenos (AA endógenos), coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDv) e aminoácidos digestíveis verdadeiros (AA dig. verd.) do farelo de arroz integral para frangos de corte de crescimento lento, expressos em porcentagem na matéria natural.

Aminoácidos	AA totais ¹	AA endógenos	CDv	AA dig. verd.
Lisina	0,65	0,214	78,51	0,51
Metionina	0,23	0,058	78,12	0,18
Metionina +cistina	0,52	0,095	78,19	0,41
Treonina	0,50	0,138	78,29	0,39
Triptofano ²	----	----	----	----
Arginina	0,94	0,173	82,10	0,77
Glicina + Serina	1,24	0,300	79,04	0,98
Valina	0,65	0,141	79,60	0,52
Isoleucina	0,43	0,122	78,50	0,33
Leucina	0,85	0,222	79,64	0,68
Histidina	0,36	0,056	80,72	0,29
Fenilalanina	0,56	0,123	79,93	0,45
Fenilalanina + tirosina	0,96	0,218	84,92	0,77
Ácido glutâmico	1,71	0,355	80,81	1,38

¹ Análise feita por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC)

² Aminoácido não analisado por HPLC

O coeficiente de digestibilidade verdadeira (CDv) médio dos aminoácidos do FAI, determinados com frangos de crescimento lento aos 41 dias de idade, foi de 79,5%, sendo próximos aos valores médios determinados por Junqueira et al. (2009) e Gomes et al. (2010), de 75,12% e de 66,47%, respectivamente, determinados com galos Leghorn adultos cecectomizados. O genótipo, a idade e as diferentes metodologias utilizadas para determinar os aminoácidos endógenos, podem explicar a variabilidade na digestibilidade dos aminoácidos para um mesmo alimento (GARCIA; BATALL e DALE, 2007; KIM e CORZO, 2012).

A metionina, aminoácido fisiologicamente essencial para manutenção, crescimento dos animais e para o desenvolvimento das penas (PINTO et al., 2003), apresentou CDv de 78,12%. A lisina, aminoácido referência para o perfil da proteína ideal para aves de corte (BAKER, 1994) apresentou CDv de 78,51%, valor menor do que 80,10% descrito por

Junqueira et al. (2009). A arginina, aminoácido que está intrinsecamente envolvido em processos imunológicos (CORZO; MORAN JR. e HOEHLERT, 2003) apresentou CDv de 82,10%.

A proteína do FAI tem sua composição aminoácídica balanceada, apresentando valores de aminoácidos digestíveis de 0,18% para metionina, 0,51% para lisina, 0,39% para treonina e 0,52% para valina, sendo estes valores superiores aos do milho (7,88% PB) descritos por Rostagno et al. (2011), que são 0,15% para metionina, 0,19% para lisina, 0,27% para a treonina e 0,33% para a valina.

CONCLUSÃO

Nas formulações de dietas devem ser consideradas as diferenças nos valores energéticos do farelo de arroz integral, para aves jovens e adultas, pois, as aves de crescimento lento de 70 a 79 dias tem maior capacidade de metabolização da matéria seca e energia bruta, como ocorre com os frangos industriais.

O coeficiente de digestibilidade verdadeira médio dos aminoácidos do farelo de arroz integral é 79,5%, na matéria natural.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de mestrado; à Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda., pela doação dos aminoácidos e à Poli-Nutri Alimentos S/A, pela doação dos premixes vitamínico e mineral.

REFERÊNCIAS

ADEDOKUN, S.A. et al. Endogenous amino acid flow in broiler chicks is affected by the age of birds and method of estimation. **Poultry Science**, v.86, n.12, p.2590-2597, 2007.

BAKER, D.H., HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first weeks porthatching. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1441-1447, 1994.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023/** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96p.

BRAYDEN, W.L.; LI, X. Amino acid digestibility and poultry feed formulation: expression, limitations and application. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, p.279-287, 2 (supl. especial), 2010.

BRUM, P.A.R. et al. **Composição química e energia metabolizável de óleos, arroz vermelho e subprodutos do arroz visando à alimentação de aves.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005.5p. (Comunicado Técnico 401). Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_f0q_80p4k.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2013.

CONTE, A.J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

CORZO, A.; MORAN JUNIOR, E.T.; HOEHLERT, D. Arginine need of heavy broiler males: applying the ideal protein concept. **Poultry Science**, v.82, p.402-407, 2003.

DETMANN, E. et al. **Métodos para Análise de Alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

GARCIA, A.R.; BATAL, A.B.; DALE, N.M. A comparison of methods to determine amino acid digestibility of feed ingredients for chickens. **Poultry Science**, v.86, p.94-101, 2007.

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

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

GOMES, P.C. et al. Valores de aminoácidos digestíveis de alimentos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.

JUNQUEIRA, O.M. et al. Composição química, valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de subprodutos do arroz para frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p. 2497-2503, 2009.

KIM, E.J.; CORZO, A. Interactive effects of age, sex, and strain on apparent ileal amino acid digestibility of soybean meal and an animal by-product blend in broilers. **Poultry Science**, v. 91, n.4, p.908-917, 2012.

LIMA, G.J.M.M. et al. **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000.2p. (Comunicado Técnico 244). Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/cot244.pdf>. Acesso em: 27 de maio de 2013.

LORENZETT, D.B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N.T. Gestão de resíduos na indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v.8, n.1, p.219-232, 2012.

MATTERSON, L.S. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. University of Connecticut Storrs. Agricultural Experiment Station Research Report, v.11, 11p, 1965. (Research Report).

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

PINTO, R. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, vol.32, p.1174-1181, 2003.

ROSTAGNO, H. S., FEATHERSTON, W. R. Estudo de métodos de determinação de disponibilidade de aminoácidos em pintos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.6, p.64-75, 1977.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. – Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa , 2011. 252p.

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

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

SIBBALD, I.R.; SUMMERS, J.D.; SLINGER, S.J. Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. **Poultry Science**, v.62, n.3, p.544-556, 1960.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. 2006. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. FUNARBE, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa., 235p.

SILVA, E. P. et al. Composição físico-química e valores energéticos dos resíduos de goiaba e tomate para frangos de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.6, p.1051-1058, 2009.

STORCK, C.R.; SILVA, L.P.; COMARELLA, C.G. Influencia do processamento na composição nutricional de grãos de arroz. **Alimentos & Nutrição**, Araraquara, v.16, n.1, p.29-40, 2005.

TEIXEIRA, E.A. et al. Coeficientes de digestibilidade aparente de alimentos energéticos para juvenis de surubim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.39, n.6, p.1259-1265, 2010.

ZANUSSO, J.T.; DIONELLO, N.J.L. Produção avícola alternativa: análise dos fatores qualitativos da carne de frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, p.191-194, 2003.