

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**METABOLISMO ENERGÉTICO DE FRANGOS DE CORTE: EFEITO DA
FIBRA E PROTEÍNA DA DIETA E DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR**

**LUCIANE BOCKOR
Zootecnista (UFPR)
Mestre em Zootecnia (UFPR)**

Tese apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Doutor em Zootecnia
Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre, RS, Brasil
Março/2013

CIP - Catalogação na Publicação

Bockor, Luciane

Metabolismo energético de frangos de corte:
Efeito da fibra e proteína da dieta e da frequência
alimentar / Luciane Bockor. -- 2013.
167 f.

Orientadora: Alexandre de Mello Kessler.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. Frango de corte. 2. Metabolismo energético. 3.
Dieta. I. Kessler, Alexandre de Mello, orient. II.
Título.

LUCIANE BOCKOR
Bacharel em Zootecnia e
Mestre em Zootecnia

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

DOCTOR EM ZOOTECCNIA


Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 27.03.2013
Pela Banca Examinadora

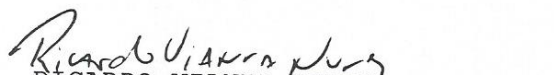
Homologado em: 05.07.2013
Por



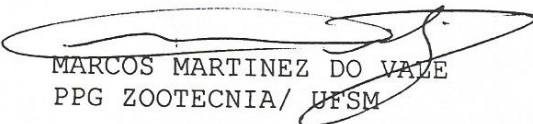
ALEXANDRE DE MELLO KESSLER
PPG ZOOTECCNIA/UFRGS
Orientador



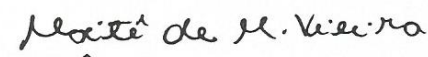
JULIO OTAVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia




RICARDO VIANNA NUNES
PPG ZOOTECCNIA UNIOESTE e UTFPR



MARCOS MARTINEZ DO VALE
PPG ZOOTECCNIA/ UFSM



MAITÉ DE MORAES VIEIRA
PPG ZOOTECCNIA/UFRGS



PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

“O melhor destino que se pode dar a uma vida é dedicá-la a algo que dure
mais do que a própria vida”

Goethe

Aos meus pais

Mario e Lúcia

Pelo apoio incondicional, cuidados, amor, paciência, por suportar a saudade e por nunca me deixar desistir dos meus objetivos, além de nunca deixarem de me estender a mão quando precisei.

Ao meu irmão e sua família

Por estarem sempre presentes nos momentos de família, compartilhando bons e rápidos momentos que passávamos juntos neste período de doutorado. E é claro por nos presentear com a pequena Luana que nos deu mais alegria neste último ano.

Ao meu namorado Carlos Eduardo

Pelo incentivo e apoio a meus estudos sempre. Pelo amor, companheirismo, cuidados e auxílios em todos os momentos. Por suportar os momentos de saudade em que precisei me ausentar para me dedicar aos meus trabalhos.

Dedico...

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me dar forças para enfrentar os desafios enfrentados no período do doutorado.

Ao meu orientador Alexandre de Mello Kessler, pela oportunidade, ensinamentos, convívio, confiança e disposição em auxiliar sempre que preciso.

Aos professores Andréa Machado Leal Ribeiro, Maitê de Moraes Vieira e Luciano Trevizan, pela convivência, ensinamentos e troca de experiências.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UFRGS e aos demais professores do programa pelo fornecimento de um estudo de qualidade a seus alunos.

A todos aqueles que dividiram comigo em Porto Alegre estes quatro anos de doutorado. Aqueles que foram meus colegas e aqueles que se tornaram fiéis amigos. Agradecer é pouco a todos vocês que me auxiliaram em experimentos, escritas de resumos e artigos, e me apoiaram a seguir em frente. Obrigada também pelos momentos de descontração, festas, churrascos, aniversários. Não poderia deixar de agradecer a todos os estagiários que me auxiliaram nos experimentos, apresentaram muitos de nossos trabalhos no salão de iniciação científica e que eu considerava como “meus filhos” dentro da família LEZO. Em especial também ao grupo que muitos denominaram como “orientados do prof. Alexandre” (Marcelo, Alessandra e Fábio) e que no último ano de doutorado foram meu apoio tanto nas pesquisas realizadas como nos momentos de cumplicidade.

A minha querida amiga Rita que conheci neste período, que se tornou minha fiel amiga e que me acolheu durante dois meses em sua casa, período em que trabalhei como professora substituta no Instituto Federal Catarinense.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da UFRGS pelos auxílios prestados, amizade, incentivo e confiança em muitos momentos.

A todos que de alguma forma estiveram presentes neste período e que me auxiliaram a vencer cada obstáculo.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida, que me proporcionou a oportunidade de cursar o doutorado estando fora de casa.

Obrigada

METABOLISMO ENERGÉTICO DE FRANGOS DE CORTE: EFEITO DA FIBRA E PROTEÍNA DA DIETA E DA FREQUÊNCIA ALIMENTAR

Autor: Luciane Bockor

Orientador: Alexandre de Mello Kessler

RESUMO¹: Conhecer o metabolismo energético das aves e estudar os fatores que o afetam, bem como o aproveitamento dos demais nutrientes da dieta, facilita a manipulação das rações e auxilia a melhorar características de carcaça. Neste trabalho avaliou-se o efeito da fibra e da proteína bruta da dieta e da frequência alimentar sobre o metabolismo energético de frangos de corte em crescimento. Foram realizados três experimentos, sendo que o primeiro avaliou a influência de fontes de fibra de diferente fermentação (inulina, celulose e farelo de trigo) na dieta para frangos de corte, o segundo avaliou diferentes fontes (farelo de soja e glúten de milho 60%) e níveis de proteína bruta (19 ou 24%), e o método de formulação, por meio da energia metabolizável aparente (EMA) ou energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) para frangos de corte em crescimento e o terceiro testou o oferecimento da dieta para frangos de corte uma ou duas vezes ao dia. As fontes de fibra de diferente fermentação avaliadas nas dietas para frangos de corte não afetaram o desempenho, composição corporal, tempo de trânsito da digesta, o consumo de energia bruta e proteína bruta, assim como os ganhos corporais de água e demais nutrientes. A dieta com a fonte de fibra de alta fermentação, inulina, elevou a concentração de energia metabolizável e líquida das dietas. Já a celulose mostrou energia metabolizável semelhante a inulina porém menor valor de energia líquida quando comparada as demais fibras, o que confirma o favorecimento da fermentação da fibra solúvel na concentração da energia líquida da dieta. No segundo ensaio, a adição de glúten de milho como fonte de proteína para frangos de corte melhorou o peso final e ganho de peso das aves. Este ingrediente também mostrou ser uma fonte de proteína mais disponível para aves em relação ao farelo de soja. Melhor aproveitamento dos nutrientes e maior ganho de gordura na carcaça foram verificados em dietas com baixa proteína. O maior incremento de calor das dietas com alta proteína bruta reduziu a energia de produção das aves. No último experimento, a forma de oferecimento de alimento às aves duas vezes ao dia proporcionou melhor desempenho e aproveitamento dos nutrientes da dieta e da energia, sem prejudicar a retenção de nutrientes na carcaça e o balanço energético. As aves alimentadas uma vez ao dia apresentaram menor gasto com a manutenção, o que pode estar relacionado a menor atividade de alimentação. Portanto, qualidade e quantidade de nutrientes, assim como o manejo alimentar das aves são fatores que podem alterar seu metabolismo energético, devendo ser levados em consideração pelo nutricionista no momento da formulação de rações.

¹ Tese de Doutorado em Zootecnia - Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (168 p.) Março, 2013 .

ENERGY METABOLISM OF BROILER: EFFECT OF FIBER AND PROTEIN DIET AND OF FOOD FREQUENCY

Author: Luciane Bockor

Adviser: Alexandre de Mello Kessler

ABSTRACT²: Knowing the energy metabolism of broilers and study the factors that affect it, as well as the utilization of other nutrients, facilitates the manipulation of rations and helps to improve carcass characteristics. In this study was evaluated the effect of fiber and crude protein of the diet and feeding frequency on broiler growth energy metabolism. Three experiments were conducted, whereas the first evaluated the influence of sources of fiber of different fermentation in the diet for broilers from 25 to 36 days old, the second evaluated different sources (soyben meal and mayze gluten 60%) and levels of crude protein (19 or 24%), and the method of formulation, through the apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn) of growing broilers maintained, and the third tested the offering of diets for broilers once or twice a day. The sources of fibre of different fermentation evaluated in broilers diets did not affect the performance, body composition, digesta transit time, consumption of energy and crude protein, as well as nutrients gains and water body. A diet with a source of fiber of high fermentation, inulin, increased the concentration of metabolizable energy and liquid of diets. Already cellulose showed metabolizable energy similar the inulin but lower net energy value when compared with other fibers, confirming the fermentation favoring of the soluble fiber in the net energy concentration of the diet. In the second experiment, the addition of mayze gluten as a protein source for broilers improved the final weight and weight gain of the broilers. Better use of nutrients and greater fat gain carcass were observed in low protein diets. The highest heat increment of the diets with high protein reduced the energy for production of broilers. In the last experiment, the supply of feed to the broilers twice daily provided better performance and utilization of nutrients and energy without sacrificing the nutrients retention of carcass and energy balance. Broilers fed once daily showed less spent with the maintenance, which may be related to lower feed activity. Therefore, quality and quantity of nutrients, as well as the management feed of poultry are factors that may affect its energy metabolism, and should be taken into consideration by the nutritionist when formulating rations.

² Doctoral thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (168p.) March, 2013

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	15
1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1 Sistemas de avaliação de energia	20
2.1.1 Energia Bruta.....	21
2.1.2 Energia Digestível Aparente	22
2.1.3 Energia Metabolizável Aparente e Verdadeira	23
2.1.3.1 Métodos para determinação da energia metabolizável	25
2.1.3.2 Fatores que afetam os valores de energia metabolizável dos alimentos	27
2.1.4 Partição da energia metabolizável.....	29
2.1.4.1 Produção de calor devido a atividade física	29
2.1.4.2 Produção de calor do animal em jejum.....	30
2.1.4.3 Efeito térmico do alimento	32
2.1.4.4 Energia metabolizável de manutenção.....	33
2.1.4.5 Energia metabolizável de produção.....	35
2.1.4.6 Eficiência energética para manutenção e produção	36
2.1.5 Energia Líquida	38
2.1.5.1 Métodos para determinação da energia líquida.....	39
2.2 Eficiência de utilização dos componentes da dieta	43
2.2.1 Carboidratos	44
2.2.1.1 Carboidratos amídicos.....	44
2.2.1.1 Carboidratos não amídicos: Fibras.....	44
2.2.2 Lipídeos	46
2.2.3 Proteínas	47
2.3 Efeito da restrição e freqüência alimentar sobre o desempenho e utilização da energia em dietas para frangos de corte	48
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS	51
CAPÍTULO II.....	53
Efeito de diferentes fontes de fibra sobre a partição da energia metabolizável para frangos de corte.....	55
RESUMO	55
ABSTRACT	56
INTRODUÇÃO	57
MATERIAL E MÉTODOS.....	58
RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
CONCLUSÕES	72
REFERÊNCIAS.....	73
CAPÍTULO III.....	81
Efeito da fonte e nível de proteína bruta em dietas com correção para nitrogênio da energia metabolizável aparente para frangos de corte:.....	83
RESUMO:	83
ABSTRACT:	84

INTRODUÇÃO	85
MATERIAL E MÉTODOS.....	87
RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS.....	98
CAPÍTULO IV.....	105
Eficiência nutricional e energética de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de arraçoamento	107
RESUMO:	107
ABSTRACT	108
INTRODUÇÃO	108
MATERIAL E MÉTODOS.....	110
RESULTADOS E DISCUSSÃO	112
CONCLUSÕES	117
REFERÊNCIAS.....	117
CAPÍTULO V.....	121
CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
REFERÊNCIAS.....	126
APÊNDICES	145
VITA	168

RELAÇÃO DE TABELAS

CAPÍTULO I

TABELA 01. Predição do conteúdo de EL (kcal/kg de matéria seca) de dietas para suínos em crescimento a partir dos nutrientes digestíveis (g/kg de matéria seca) ou conteúdo de energia digestível ou metabolizável (kcal/kg de matéria seca) e/ou características químicas (g/kg de matéria seca) (modelos de regressão linear).....	41
--	----

CAPÍTULO II

TABELA 01. Composição da dieta controle e da dieta com inclusão de farelo de trigo.....	47
TABELA 02. Desempenho dos frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais.....	51
TABELA 03. Composição corporal e percentagem de penas dos frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais.....	51
TABELA 04. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e energia bruta (CMEB) e tempo de trânsito da digesta (TTD) dos frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais.....	53
TABELA 05. Energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e energia metabolizável e proteína bruta consumida dos frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais.....	54
TABELA 06. Ganhos corporais de proteína bruta (PB), energia bruta (EB), gordura bruta (GB) e água, e PB e EB retida e energia retida como proteína (ERp) e energia retida como gordura (Erg) para os frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais.....	57
TABELA 07. Energia líquida de manutenção (ELm), energia metabolizável de manutenção (EMm), eficiência de utilização da energia metabolizável (k_0), e teor de energia metabolizável (EM) e líquida (EL) obtidas com as dietas experimentais.....	58

CAPÍTULO III

TABELA 01. Composição das diferentes dietas.....	74
TABELA 02. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais.....	76
TABELA 03. Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), energia bruta (CMEB) e proteína bruta (CMPB), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e energia metabolizável consumida (EMc) para frangos de corte recebendo as diferentes dietas.....	79

TABELA 04. Ganhos corporais de proteína bruta (GPB), gordura bruta (GGB), energia bruta (GEB), ganho de água, proteína bruta retida (PB retida), energia bruta retida (EB retida), energia metabolizável de manutenção (EMm) e energia metabolizável de produção para frangos de corte recebendo as diferentes dietas.....	81
--	----

CAPÍTULO IV

TABELA 01. Composição da dieta.....	95
TABELA 02. Desempenho, metabolismo, energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio e energia metabolizável consumida de frangos de corte recebendo diferentes formas de oferecimentos de alimento.....	97
TABELA 03. Ganhos de proteína bruta (PB) corporal, gordura bruta (GB) corporal, energia bruta (EB) corporal e água corporal, proteína bruta retida e energia bruta retida e balanço energético de frangos de corte recebendo diferentes formas de oferecimentos de alimento.....	99

RELAÇÃO DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FIGURA 01. Esquema da utilização de energia pelos monogástricos.....	06
FIGURA 02. Partição da energia metabolizável ingerida (EMI) para manutenção (EMm) e ganho corporal (EMg) e eficiência que a energia ingerida é utilizada para deposição corporal.....	22
FIGURA 03. Relação entre energia de retenção e ingestão de energia metabolizável. PCJ = produção de calor em jejum; EMm = energia metabolizável ingerida para manutenção; kc = eficiência de energia para crescimento; eficiência relativa do uso da energia metabolizável ingerida para manutenção comparada ao uso da energia metabolizável das reservas corporais.....	28

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS

AM	Amido
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ATP	Adenosina trifosfato
CA	Conversão alimentar
CHOd	Amido e açúcares digestíveis
Cl	Cloro
CMEB	Coefficiente de metabolizabilidade da energia bruta
CMMS	Coefficiente de metabolizabilidade da matéria seca
CMPB	Coefficiente de metabolizabilidade da proteína bruta
CR	Consumo de ração
CVB	Centraal Veevoeder Bureau
Cz	Cinzas
DG	Deposição de gordura
DP	Deposição de proteína
ECR	Energia corporal retida
ECR	Energia corporal retida
ED	Energia digestível
EEd	Extrato etéreo digestível
EL	Energia líquida
ELm	Energia líquida de manutenção
ELp	Energia líquida de produção
EM	Energia metabolizável
EMA	Energia metabolizável aparente
EMAn	Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio
EMc	Energia metabolizável consumida
EMg	Energia metabolizável para ganho corporal
EMV	Energia metabolizável verdadeira
EMVn	Energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio
ENNd	Extrativos não nitrogenados digestíveis
EP	Erro padrão
ER	Energia retida
ERg	Energia retida como gordura
ERp	Energia retida como proteína
ERT	Energia retida total
ETA	Efeito térmico do alimento
FBd	Fibra bruta digestível
FDAd	Fibra em detergente ácido digestível
GB	Gordura bruta
GP	Ganho de peso
GPB	Ganho corporal de proteína bruta
GEB	Ganho corporal de energia bruta
IC	Incremento calórico
ICm	Incremento de calor de manutenção
K	Potássio
k ₀	Eficiência de retenção da energia metabolizável
kc	Eficiência de energia para crescimento

kgp	Eficiência de utilização da energia ingerida para deposição corporal
km	Eficiência de energia abaixo da manutenção
MS	Matéria seca
Na	Sódio
NS	Não significativo
O ₂	Oxigênio
P	Fósforo
PB	Proteína bruta
PBd	Proteína bruta digestível
PC	Produção de calor
PCA	Produção de calor pela atividade física
PCJ	Produção de calor em jejum
PF	Peso final
pH	Potencial hidrogeniônico ou de hidrogênio
PI	Peso inicial
PM	Peso metabólico
PNA	Polissacarídeos não amiláceos
SNK	Student-Newman-Keuls
T3	Triiodotironina
TTD	Tempo de trânsito da digesta
UTM	Unidade de tamanho metabólico

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O valor energético é um dos principais fatores determinantes do custo de ingredientes na formulação de rações para frangos de corte. Desta forma, se torna importante o conhecimento preciso da disponibilidade de energia nos alimentos e o aproveitamento da mesma pelos animais, pois facilita a manipulação das dietas e melhora características como, por exemplo, de carcaça, onde se procura maior deposição de proteína e menor quantidade de gordura (Sakomura et al., 2004). As aves são animais que modificam sua eficiência de deposição de proteína e gordura conforme as modificações em sua alimentação e também em decorrência do próprio crescimento (Emmans, 1987). Assim, necessitam de adequada determinação das exigências energéticas e das eficiências de aproveitamento da energia, além da determinação adequada do nível de energia do alimento (Skinner et al., 1992). O nível de energia da dieta tende a modular a eficiência alimentar basicamente de duas maneiras: o aumento da energia da dieta que fará com que suas necessidades energéticas sejam atendidas com menor consumo de ração, e a taxa de crescimento que é melhorada com elevados níveis de energia (Waldroup, 1981). Os fatores que mais influenciam as exigências energéticas para aves estão relacionados ao peso corporal, taxa de crescimento, temperatura, atividade física e grau de empenamento (Longo et al., 2006), além de outros como umidade, movimentação do ar e densidade das aves (Zhang & Coon, 1994). O uso eficaz da energia dos diferentes ingredientes adicionados as rações para suprir essas exigências não depende apenas do seu conteúdo de energia, mas da capacidade metabólica da ave em reter energia (Daè Nic et al., 2001).

Entretanto, a acurácia da descrição e da concentração de energia disponível nos alimentos nem sempre consegue ser obtida com êxito, e assim os sistemas para sua medição ou predição são continuamente avaliados e pesquisados. Para aves, a determinação da energia metabolizável direta é a mais fácil de realizar, visto que são animais uricotélicos e com excreção cloacal (Macari et al. 2008).

Já a energia líquida é um sistema que pode permitir uma descrição mais aproximada da energia disponibilizada pelos alimentos, além de corrigir algumas falhas verificadas no sistema de energia metabolizável. Entretanto, a aplicação deste conceito para aves não obteve muito sucesso em décadas passadas. Uma das razões era a dificuldade de se obter os dados durante a pesquisa, outra seria a falta de dados constantes nos estudos envolvendo energia líquida, havendo muitas variações entre os experimentos realizados (Latshaw & Moritz, 2009).

A utilização de equações de predição para determinação de energia metabolizável ou líquida irá depender do quanto as variáveis preditoras irão descrever a variação no valor nutricional dos alimentos ou rações ao qual serão aplicados.

Em estudos voltados para nutrição animal têm-se demonstrado que excessos de proteína bruta nas dietas para frangos de corte principalmente em épocas de calor ou ambientes mal ventilados podem provocar desconfortos fisiológicos pelo aumento desproporcional no incremento calórico (Aletor et al.,

2000; Bregendahl et al., 2002). O incremento calórico contabiliza as perdas de energia na forma de calor durante os processos de digestão, absorção, fermentação e metabolismo, além da energia gasta para ingestão desse alimento. Portanto, um maior incremento calórico gerado por uma dieta altamente protéica pode provocar redução na energia líquida. Dessa forma, alguns autores têm sugerido a redução do teor protéico da ração e a suplementação com aminoácidos industriais para frangos de corte mantidos sob estresse por calor (Cheng et al., 1997; Oliveira et al., 2010). Entretanto, os experimentos com frangos de corte têm sistematicamente falhado em demonstrar o maior efeito termogênico da proteína dietética (Temim et al., 2000; Gous & Morris, 2005).

Já a fibra presente na alimentação das aves, além de causar alterações nas características de bolo alimentar, em funções gastrintestinais como a taxa de excreção endógena e taxa de passagem, pode ser considerada um componente diluidor da energia metabolizável (Jimenez-Moreno et al., 2010).

Esses efeitos provocados pela fração fibrosa presente na dieta irão depender da fonte da fibra, de sua composição, do seu nível, assim como de suas propriedades físico químicas. O tipo de fibra pode afetar de diferentes formas o desenvolvimento e a saúde do trato gastrintestinal e a utilização de nutrientes pelas aves. Assim, alimentos que são fontes de fibras insolúveis, como casca de aveia, estimulam a atividade da moela e reduzem seu pH (Gonzalez-Alvarado et al., 2008). Em contrapartida, aqueles fontes de fibras solúveis, como a polpa de beterraba que é rica em pectina, elevam a viscosidade intestinal, distendendo as paredes do trato gastrointestinal e reduzindo a taxa de passagem (Jimenez-Moreno et al., 2010).

Com relação aos efeitos das dietas com fibra sobre a utilização da energia, pode-se associá-las à maior perda de calor durante processos de ingestão e digestão, além da elevação do custo de manutenção, pois há um aumento na proporção corporal do trato digestório (Warpechowski et al., 2005).

Além de fatores nutricionais, outros como o nível de consumo e o jejum podem alterar a utilização da energia, a taxa de passagem do alimento pelo trato gastrintestinal, além de influenciar o aproveitamento de nutrientes (Warner, 1981). O consumo dos frangos de corte geralmente ocorre em curtos períodos, que são agrupados em refeições. Estas são consideradas como a forma mais relevante para o estudo em curto prazo do comportamento alimentar das aves (Howie et al., 2009). Muitas vezes, devido a restrição alimentar, as aves, principalmente as matrizes, são limitadas a receberem uma única oferta de alimento ao dia, aprendendo, desta forma, satisfazer suas exigências em um curto período de intensa atividade (Lepkovsky et al., 1960). Forsum et al. (1981), colocam que a restrição alimentar reduz as exigências de manutenção por reduzir a perda de energia metabólica, a taxa metabólica basal e a ação dinâmica de alimentação. Pesquisas têm sido realizadas com o intuito de verificar qual o melhor período desta refeição, no início da manhã ou no fim da tarde, ou dividir a dieta em mais de uma refeição diária (Savory & Maros, 1993; Samara et al., 1996; Backhouse & Gous, 2006). Entretanto, decidir o período para a alimentação das aves não é nada simples, pois devem ser levados em consideração os aspectos de produção que interagem com o

horário de alimentação como desempenho, eficiência reprodutiva, padrões de comportamento, qualidade de casca, eclodibilidade, temperatura, bem estar e fatores de manejo (Backhouse & Gous, 2006).

Diante dos vários fatores que podem afetar o metabolismo energético dos frangos de corte, o trabalho de tese apresentado nos capítulos seguintes abordará o efeito das fontes de fibra e níveis em fontes de proteína na dieta, além do efeito da restrição alimentar e diferentes formas de oferecimentos de alimento, sobre a partição da energia metabolizável para frangos de corte. No capítulo I serão apresentados a introdução, a revisão bibliográfica sobre o assunto estudado, as hipóteses e objetivos do trabalho. Os capítulos II, III e IV serão formados por artigos científicos em que serão avaliados os fatores acima citados sobre a partição da energia metabolizável para frangos de corte. O capítulo V será formado pelas considerações finais do trabalho e pelas referências bibliográficas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A energia por si não é considerada um nutriente, mas sim um produto da oxidação dos nutrientes (Mbarjiorgu et al., 2011). Dos alimentos é que se retira a energia utilizada pelos animais prioritariamente para processos vitais, como respiração, manutenção da temperatura corporal e fluxo sanguíneo. A energia extra consumida é depositada como tecido ou utilizada para sintetizar produtos, como ovos, por exemplo. Contudo, durante a partição desta energia no organismo, ocorrem perdas que aparecem na forma de calor, o qual, dependendo da condição ambiental, é utilizado para aquecer o corpo ou é dissipado para o ambiente (Oliveira Neto et al., 2000).

Já um animal privado de alimento continua necessitando de energia para suas funções vitais. Nestes animais a energia é obtida pelo catabolismo de suas reservas corporais, primeiro o glicogênio, em seguida a gordura e a proteína. Quando o animal é alimentado, a primeira demanda da energia fornecida pelo alimento é suprir as exigências de manutenção, impedindo o catabolismo dos tecidos do animal (McDonald et al., 2002).

Existem diversas formas de energia, embora para os nutricionistas interessem apenas duas delas: a energia química e o calor (Armsby, 1917). A energia fornecida aos animais na forma química pode ser transformada em calor quando utilizada como suporte em processos vitais, armazenada na forma química como no crescimento ou engorda, transferida na forma química a um segundo animal como na gestação e lactação ou transferida para o meio como no trabalho (Armsby, 1917). Quantificar estas transformações de energia é o foco de estudo dos nutricionistas. Além disso, eles buscam descobrir o mais preciso sistema para predizer o balanço de energia dos animais, baseados no peso corporal, sexo, atividade, estado fisiológico, meio ambiente e valor quantitativo e qualitativo dos alimentos ingeridos por estes animais (Baldwin & Bymater, 1984). Comitês de institutos como National Research Council (NRC), British Agricultural Research Council (ARC) e Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición (FEDNA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, entre outros, revisam constantemente um grande conjunto de dados envolvendo metabolismo energético nas diferentes espécies, e a partir daí formulam sistemas para predizer a energia e as exigências destes animais.

No Brasil, há grande diversidade de ingredientes e de subprodutos de origem vegetal que estão disponíveis para utilização em nutrição animal. Além disso, o crescimento dos programas mundiais de bio-combustíveis traz como consequência o aumento do custo da energia das fontes de óleo e amido maior nível de fibra e variação nos níveis de proteína. Desta forma, constantemente têm-se desenvolvido estudos para atualizar os valores nutricionais dos alimentos que são utilizados nas rações animais e também elevar o interesse pelo valor nutritivo de novos ingredientes. A utilização de valores corretos de composição dos alimentos tem por objetivo atender as exigências nutricionais dos animais e também a redução dos custos com as rações (Nery et al., 2007).

2.1 Sistemas de avaliação de energia

Na produção avícola o fornecimento de energia em quantidade adequada para as aves é essencial para que elas expressem o máximo desempenho. Para isso, há a necessidade de conhecer o valor energético dos alimentos. Desta forma, os sistemas utilizados para medir e expressar a energia dos alimentos têm sido revisados por diversos autores (Longo et al., 2006; Freitas et al., 2006; Nery et al., 2007).

A partir da oxidação do carbono e hidrogênio que estão presentes nos alimentos fornecidos aos animais é gerada a energia necessária para os processos vitais e de produção (Sakomura, 2004). Contudo, nem toda energia fornecida pelos nutrientes oxidados é capaz de ser totalmente aproveitada pelos animais. Assim, existem diversas formas de expressar a energia aproveitada pelos monogástricos, que pode ser dividida em: energia bruta, energia digestível, energia metabolizável aparente, energia metabolizável verdadeira e energia líquida (Figura 1) (Sakomura & Rostagno, 2007).

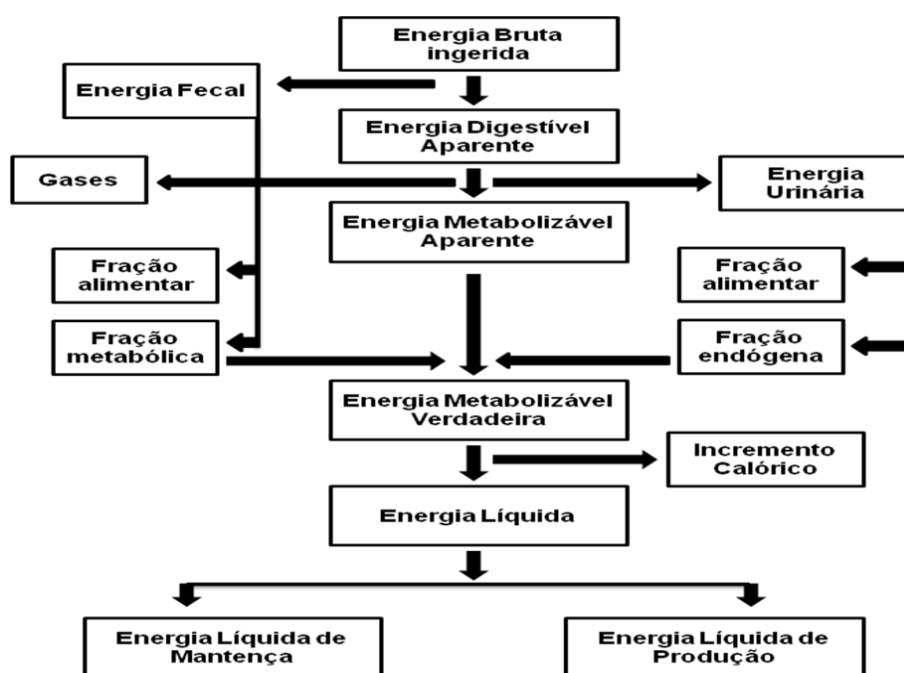


FIGURA 1. Esquema da utilização de energia pelos monogástricos (Sakomura & Rostagno, 2007)

A energia gerada pela oxidação dos alimentos e aquela resultante do metabolismo energético são expressas em calorias ou joules, sendo uma caloria equivalente a 4,18 joules. A medida caloria pode ser definida como a quantidade de calor necessária para elevar um grama de água de 14,5°C a 15,5°C.

2.1.1 Energia Bruta

Os animais obtêm energia dos alimentos por eles ingeridos. A quantidade de energia química presente nestes alimentos, denominada energia bruta, é mensurada por sua conversão em calor e em seguida determina-se a quantidade de calor produzido (McDonald et al., 2002). Esta conversão é

realizada pela oxidação da matéria orgânica medida em uma bomba calorimétrica.

De acordo com Nehring & Haenlein (1973) a energia bruta representa a composição química do alimento, entretanto não fornece previsão direta da utilização e dos efeitos na produção animal. De fato, o conteúdo energético de um alimento depende das proporções de nutrientes presentes, sendo que os carboidratos como amido e glicose, proteínas e gorduras fornecem aproximadamente 4,2 kcal/g, 3,7 kcal/g, 5,6 kcal/g e 9,4 kcal/g de energia bruta, respectivamente (NRC, 1998). As proteínas possuem maior energia em comparação aos carboidratos, pois possuem elementos oxidáveis adicionais, como o nitrogênio e o enxofre. Por outro lado a energia bruta não pode ser contabilizada para aves, pois não considera as perdas de energia durante a ingestão, digestão e metabolismo do alimento (Moehn et al., 2005).

2.1.2 Energia Digestível Aparente

A energia digestível aparente de um alimento é descrita como o conteúdo de energia bruta do alimento menos o valor de energia bruta das fezes (McDonald et al., 2002). O termo aparente é utilizado porque as fezes contêm além da energia dos resíduos de alimentos, uma fração metabólica que compreende a bile, células da mucosa e secreções intestinais não absorvidas (Sibbald, 1982).

A vantagem da energia digestível é a facilidade de determiná-la. Sua desvantagem é que perdas de energia na urina e na forma de gases não são consideradas. Essas perdas variam entre os alimentos (Moehn et al., 2005), balanço de nutrientes, o ambiente e o estado fisiológico do animal (Sibbald, 1975).

Para aves a energia digestível não é usualmente utilizada, pois há dificuldade em separar as fezes da urina, já que estes animais excretam ambas por uma mesma abertura do canal intestinal, a cloaca (Sakomura & Rostagno, 2007). Modificações cirúrgicas permitem a separação da coleta de fezes e urina, entretanto a questão é a dificuldade em manter esses animais modificados, além da dúvida se estes animais irão digerir o alimento da mesma forma que aqueles animais sem alterações (Sibbald, 1975). Dentre as técnicas utilizadas para fazer a separação das fezes e urina pode-se citar a colostomia ou exteriorização do reto (Okumura, 1976) e a exteriorização dos ureteres (Dicker & Haslam, 1972). Entretanto, essas e outras técnicas causaram divergências entre os pesquisadores. Garcia et al. (2005) verificaram um aumento no consumo de água de frangos de corte submetidos a colostomia, que os autores atribuem a não absorção de água no cólon-retos, e uma redução de alimento ingerido, que pode estar relacionada aos frangos que foram submetidos a estresse por calor agudo (32°C). Estes dados, entretanto, discordam dos apresentados por Belay & Teeter (1993), que trabalharam com balanço hídrico para frangos de corte a elevadas temperaturas e não observaram diferença no consumo de água entre colostomizados e intactos. Assim também Borges et al. (2004) avaliaram o efeito do estresse cíclico em frangos de corte colostomizados e não verificaram interferência desta técnica. Já Dicker & Haslam (1972) estudaram o metabolismo da água em aves e observaram aumento do consumo de água em aves com exteriorização dos

ureteres quando comparadas aquelas que não passaram pelo procedimento.

2.1.3 Energia Metabolizável Aparente e Verdadeira

A energia metabolizável aparente (EMA) é aquela comumente utilizada para mensurar a concentração de energia disponível para aves. Ela pode ser descrita como a energia digestível subtraída das perdas na urina e nos gases (McDonald et al., 2002). Para aves a EMA é mensurada mais facilmente que a energia digestível, pois as fezes e a urina são excretadas juntas. Além disso, sua determinação é simples, possui boa repetibilidade e gera medidas de energia com baixo coeficiente de variação (Pirgozliev et al., 2001).

A EMA pode ser corrigida para balanço de nitrogênio e então ser denominada energia metabolizável corrigida para nitrogênio (EMAn). Esta correção surgiu do fato de que em aves em crescimento a proteína corporal não é catabolizada até os produtos finais de excreção, fezes e urina. Entretanto nas aves adultas parte dos compostos nitrogenados são catabolizados e excretados como ácido úrico (Sibbald, 1982). De acordo com Sakomura e Rostagno (2007) as aves podem possuir a mesma metabolizabilidade dos alimentos, entretanto com diferentes graus de retenção nitrogenada possuirão diferentes valores de energia excretada. Desta forma, a correção para nitrogênio tenta padronizar e reduzir a variação nos valores de EMA dos alimentos mensurados em condições diversas, resultando em maior ou menor ganho ou perda de peso dos animais. Segundo Vasconcellos et al. (2011) dietas com baixo teor de proteína tem sido associadas a redução de perdas energéticas. Quando se diminui a proteína bruta da dieta, reduzem-se também a desaminação do excesso de aminoácidos e, assim, a síntese e excreção de ácido úrico nas excretas.

Em 1958, Hill e Anderson propuseram a correção dos valores de EMAn para balanço nulo de nitrogênio (N=0). Os autores geraram o fator de correção de 8,22 kcal/g nitrogênio baseados na diferença entre o valor de energia metabolizável de um grama de nitrogênio retido na forma de aminoácido (5,7 kcal/g) ou quando o aminoácido é catabolizado para gerar energia (4,8 kcal/g), sendo o nitrogênio excretado na forma de ácido úrico. Nesta proposta de correção, o que se determina é a energia catabolizável, pois toda a proteína ingerida é considerada como catabolizada para ácido úrico, com resultado de ausência de ganho de peso, o que contraria o objetivo da produção animal que é de gerar alimento e não calor (Sakomura e Rostagno, 2007). Entretanto, segundo Karasawa & Maeda (1995) a correta utilização do conceito de correção de nitrogênio é a separação do nitrogênio proveniente da urina na excreta dos frangos. Isto poderia ser realizado por meio de colostomia ou determinação direta de ácido úrico e na excreta de aves intactas.

Silva et al. (2011) avaliaram a EMAn de milho com diferentes densidades para frangos de corte em diferentes idades e verificaram que milho de maior densidade apresentam maior EMAn, além de que as aves apresentaram melhor eficiência de utilização da energia com o avanço da idade. Café et al. (2000) determinaram a EMA e EMAn de diferentes sojas processadas para pintos e galos adultos com diferentes técnicas. Os autores observaram maior diferença entre EMA e EMAn no experimento com pintos,

pois as aves em crescimento apresentam maior retenção de nitrogênio corporal em relação aos galos. As normas da Federación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal - FEDNA (1999), apresentam valores de EMA dos alimentos para aves com diferentes idades. De acordo com a publicação há um aumento da EMAn dos alimentos conforme as aves ficam mais velhas, e essas diferenças devem ser consideradas nas formulações de rações (De Blas et al., 1999).

A energia derivada da fermentação microbiana nas aves é pequena em quantidade e ineficiente como combustível metabólico (Bolton & Dewar, 1965). De acordo com Lange & Birkett (2005) quando determina-se a EMA, as perdas de energia gasosas associadas com a fermentação, em sua maioria metano, são ignoradas para aves. Essa afirmação corrobora os dados de Jorgensen et al. (1996) que relataram que o resultado da fermentação no trato digestório de frangos e corte é principalmente gás hidrogênio e não metano, não ultrapassando 4% da EMA ingerida por estes animais. Devido ao curto tempo de retenção da digesta no trato digestório das aves, e a fermentação menos desenvolvida no intestino grosso, a produção de metano possui um pequeno impacto no balanço energético de aves se comparado aos suínos (Moughan et al., 2000). Entretanto, Choct et al. (1996) demonstraram aumento da fermentação no intestino delgado de frangos de corte com a adição de polissacarídeos não amiláceos a dieta. Esse aumento em um primeiro momento pode parecer uma elevação nos níveis de energia, mas devido a mudança na microbiota intestinal o efeito líquido foi diminuído durante a digestão, acompanhado por um menor desempenho.

Além das perdas de energia dos alimentos liberada nas fezes, urina e gases, existem também as perdas oriundas das rotas metabólicas e também liberadas nas fezes e urina. A energia fecal além de conter resíduos dos alimentos não digeridos, possui também escamações de células da parede intestinal, bile e suco digestório (Wolynetz & Sibbald, 1984). Já na urina é possível verificar energia endógena de subprodutos nitrogenados dos tecidos e a metabólica de subprodutos nitrogenados do metabolismo protéico (Sibbald, 1982). Assim, a energia metabolizável verdadeira (EMV) é obtida pela diferença entre a energia bruta do alimento consumido e a energia da excreta, corrigida para perdas de energia fecal metabólica e urinária endógena (Sakomura e Rostagno, 2007). Para determinar a EMV, Sibbald (1976), baseando-se na metodologia de Harris (1966), desenvolveu a metodologia para estimar a EMV dos alimentos para aves utilizando galos adultos. A EMV também pode ser corrigida para nitrogênio sendo denominada energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn).

Café et al. (2000) trabalharam com metabolismo energético de pintos e galos adultos e as técnicas de coleta total de excretas em aves alimentadas à vontade ou com alimentação forçada. Nos pintos que receberam dieta à vontade, observou-se pequenas diferenças entre os valores de EMAn e EMVn para as diferentes sojas testadas, mostrando que neste método a correção das perdas endógenas e metabólicas são inexpressivas. Já quando utilizaram galos adultos com alimentação forçada de 30g, as diferenças foram maiores. Assim, quando o consumo de alimento é baixo, com menor produção de excretas, a correção para perdas endógenas é necessária para obtenção de

valores de energia mais precisos. Na maioria das vezes, quando compara-se EMAn e EMVn, esta última possui valor superior, por considerar as perdas de energia dos componentes metabólicos e endógenos. Segundo Wolynetz e Sibbald (1984) quando as aves consomem pouco a EMV superestima a energia dos alimentos, enquanto a EMA subestima. Já quando o consumo é elevado a EMA e EMV tendem a ser semelhantes.

Alguns autores têm indicado a EMVn como a melhor forma de estimativa de energia para aves (Dale & Fuller, 1982; Sibbald & Morse, 1982). Entretanto o uso da EMV nas rações é limitada, visto que todos os padrões nutricionais estão baseados em EMA e nem todos os alimentos possuem valores de EMV conhecidos (Albino et al., 1992). Além disso, para que a EMV fosse adotada nas formulações, aspectos como repetibilidade, aditividade e aplicabilidade de seus valores devem ser considerados (Dale & Fuller, 1982).

Albino et al. (1992) trabalharam a utilização de diferentes sistemas de energia, EMAn, EMVn (pintos) e EMVn (galos), na formulação de rações para frangos de corte, e observaram que EMAn e EMVn, ambas avaliadas com pintos, se ajustaram melhor a fase inicial (1 a 28 dias). Já na fase final (28 a 42 dias) ou no período total (1 a 42 dias) não houve diferença entre os sistemas, indicando que os três apresentavam o mesmo ajuste aos dados de desempenho.

Freitas et al. (2006) também avaliaram o efeito da formulação de rações para frangos de corte, com a utilização de valores de energia metabolizável (EM) dos alimentos determinados por diferentes métodos: EMAn e EMA utilizando pintos e EMAn e EMVn utilizando galos com alimentação forçada. Segundo os autores, até os 21 dias de idade deve-se considerar os valores de EMAn (pintos), para a formulação das rações de frangos de corte; após essa idade deve-se considerar os valores de EM aparente corrigida (galos) ou EM verdadeira corrigida (galos).

Fischer Júnior et al. (1998) realizaram um experimento para determinar a EMV e EMVn de nove diferentes alimentos para aves, utilizando a técnica da alimentação forçada e galos adultos. Os valores de EMV encontrados foram maiores que EMVn em razão das elevadas perdas endógenas e os alimentos protéicos apresentaram os menores coeficientes de metabolizabilidade da energia, quando comparados aos energéticos.

2.1.3.1 Métodos para determinação da energia metabolizável

O método mais conhecido e utilizado para determinação da EMA é o método de coleta total de excretas, proposto por Sibbald e Slinger em 1963. Por este método a quantidade de energia excretada pelas aves é subtraída da energia consumida a vontade. A precisão dos valores de energia irá depender da quantificação do consumo e do total de excretas produzidas durante o período de coleta. Para que as coletas sejam realizadas de forma precisa, pode-se estabelecer o mesmo horário de início e término das coletas, ou fazer o uso de um marcador, como por exemplo, óxido de ferro, para marcar o início e o fim das coletas (Sakomura & Rostagno, 2007). Para fazer a determinação dos valores de energia de um alimento utiliza-se duas dietas, uma referência e outra teste, obtida pela substituição de parte da dieta referência por um dos ingredientes teste. Dois métodos têm sido usados para substituir o ingrediente

teste:

1 – Método proposto por Anderson et al. (1958): ingrediente teste substituído por glicose monoidratada, sendo o valor de energia da glicose assumido como 3,65 kcal/g e a dieta contendo 50% de glicose.

2 - Método proposto por Sibbald e Slinger (1963): o ingrediente teste é substituído por uma parte da dieta referência.

Entretanto, como o método da coleta total de fezes não considera as perdas metabólicas e endógenas, subestimando os valores de EMA dos alimentos (Albino, 1991), Sibbald (1976) propôs outro método que consistiu em promover uma alimentação forçada de galos adultos, utilizando pequenas quantidades do alimento a ser testado. Os animais são submetidos a um período de jejum de 24 a 48 horas para esvaziamento do trato digestório e após esse tempo as aves são forçadas a ingerir 30g de alimento por meio de um funil colocado diretamente no papo. A coleta é realizada por um período de 48 horas com intervalos de 12 horas (Sakomura & Rostagno, 2007). De acordo com Sibbald (1987) e Lesson e Summers (1976) este método possui diversas vantagens: rapidez, pequena quantidade de material teste, fornecimento dos valores de EMV que independem do consumo de alimento, além do fato de que o alimento teste é fornecido individualmente, evitando possíveis interações com a dieta referência. Entretanto, o padrão fisiológico destas aves pode estar anormal, o que geraria excreção de energia metabólica endógena e influenciaria diretamente na EMV.

Outro método rápido desenvolvido para contornar o estresse da alimentação forçada foi descrito por Farrel (1978). Devem-se utilizar galos adultos treinados para consumir a quantidade fornecida em uma hora, seguida da coleta total de excretas por 24 horas. De acordo com Lesson e Summers (2001) muitas aves não conseguem ser treinadas para ingerir em uma hora a quantidade de alimento para atender suas exigências, gerando variabilidade de resultados.

Um método indireto utilizado para estimar a energia dos alimentos é a determinação de equações de predição. Estas equações podem ser desenvolvidas a partir de parâmetros físicos e químicos dos alimentos e podem elevar a precisão das formulações de rações por meio da correção dos valores energéticos (Albino & Silva, 1996). A importância da utilização de equações de predição se baseia na dificuldade de realização de bioensaios (Albino, 1980), além de permitir a maximização da utilização de dados de composição obtidos em análises de laboratórios de bromatologia (Sakomura e Silva, 1998).

Nascimento et al. (2011) determinaram equações de predição para estimar a EMAn de alimentos protéicos utilizados em dietas para frangos de corte. Realizou-se uma meta-análise para obter dados de composição dos alimentos. As variáveis que geraram a melhor equação ($r^2 = 81\%$) foram extrato etéreo e fibra em detergente neutro, sendo que o extrato etéreo foi considerado o principal responsável por explicar a variabilidade da EMAn dos alimentos estudados. Os mesmos autores em 2009, utilizaram equações de predição para determinar a EMAn de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando a meta-análise de valores de composição química dos alimentos. As variáveis que melhor ajustaram as equações foram a0, fibra bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

2.1.3.2 Fatores que afetam os valores de energia metabolizável dos alimentos

Além do balanço de nitrogênio, os valores de energia metabolizável dos alimentos podem ser influenciados por diversos fatores.

Os valores de energia metabolizável dos alimentos irão variar de acordo com a espécie animal ou mais especificamente com o tipo de digestão que este animal possui. Em geral, as perdas de energia com gases e na urina são maiores em ruminantes se comparado aos monogástricos, desta forma, um alimento concentrado digerido na mesma extensão por ambas as espécies, apresentará maior EMA para não ruminantes (McDonald et al., 2002).

A energia metabolizável tende a aumentar com a idade da ave, pois o trato digestório estará desenvolvido e com maior capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia do alimento (McDonald et al., 2002). Freitas et al. (2005) avaliaram o valor de EMAn do óleo ácido para pintos (12 a 20 dias de idade) e galos adultos. Os autores observaram que os valores de EMAn determinados para galos foram superiores aos avaliados com pintos, sendo necessário considerar essas diferenças no momento da formulação de rações. Brumano et al. (2006) determinaram valores de EMA e EMAn de dez diferentes alimentos para aves de 21 a 31 dias e de 41 a 50 dias. Todos os alimentos avaliados apresentaram valores superiores de energia com as aves mais velhas. Estas afirmativas corroboram os dados de Mello et al. (2009) que determinaram a EMA e EMAn de dez alimentos para frangos de corte machos de 26 a 33 dias e de 40 a 47 dias e verificaram valores maiores de EMA dos alimentos para aves com maior idade.

A utilização da EMA pode ser influenciada pelo sexo das aves. Nascif et al. (2000) determinaram a EMA e EMAn de diferentes fontes de óleo para frangos de corte machos e fêmeas de 21 a 32 dias. Foi observada diferença entre os sexos, sendo os valores de EMAn obtidos para fêmeas, em torno de 98% dos valores obtidos para machos.

A forma com que o alimento é processado também pode influenciar na utilização de energia. Leite et al. (2008) verificaram que o processo de peletização juntamente com a adição de vitaminas e minerais antes da peletização, refletiu positivamente no aproveitamento da EMAn em frangos de corte de 1 a 21 dias em relação aqueles que receberam dietas fareladas. Da mesma forma, Freitas et al. (2008) observaram que o fornecimento de rações pré iniciais para frangos de corte na forma peletizada ou triturada possibilitaram maior aproveitamento da energia e retenção de energia ingerida. Freitas et al. (2005b) verificaram maior valor de EMA quando utilizaram soja extrusada na dieta de frangos em relação a soja desativada ou misturas de farelo de soja com óleo degomado ou com óleo ácido de soja. Quando avaliaram o tamanho de partícula para aves, Peron et al. (2005) encontraram que o trigo moído finamente melhorou a EMA comparado ao trigo grosso. Já Brugalli et al. (1999) avaliaram diferentes granulometrias de farinha de carne para frangos e observaram que partículas grossas resultaram em menores valores de EMA e EMAn do que partículas médias e finas.

As variações no nível de EMA dos alimentos para aves estão relacionadas ao nível de consumo do alimento, assim, os valores de EMA são subestimados quando o consumo de alimento é menor (Albino, 1991). A

avaliação do efeito do consumo sobre a EMA, EMAn, EMV e EMVn de frangos de corte foi realizado por Borges et al. (2004), que observaram valores maiores na relação EMA/EMV quando o consumo foi baixo. Este resultado pode estar relacionado ao efeito das perdas metabólicas e endógenas. Verificou-se também neste trabalho maiores valores de EMA e EMAn quando houve maior consumo, o que já era esperado, uma vez que com o maior consumo o volume de excreta é também maior, minimizando as perdas metabólicas e endógenas. Coelho et al. (1983) trabalhando com pintos e galos, verificaram que em níveis normais de consumo as perdas endógenas e metabólicas são menores em relação à excreção de energia do alimento, demonstrando dessa forma, pouca influência nos valores de EMA e EMAn. De acordo com Lima et al. (1989) efeitos derivados do baixo consumo pelas aves são mais pronunciados quando se utiliza a metodologia de alimentação forçada descrita por Sibbald (1976). Quando os autores compararam EMV vs EMA e EMVn vs EMAn, os valores foram significativamente diferentes, comprovando o efeito das maiores perdas endógenas e metabólicas em baixos níveis de ingestão de alimento.

O método de determinação da EMA também pode gerar variação. Nascimento et al. (2002) avaliaram a EMAn e EMVn de diferentes farinhas de vísceras e penas para pintos e galos, pelo método tradicional e método de Sibbald. Os valores de EMA foram diferentes quando determinados pelo método tradicional com pintos de corte ou com galos. Além disso, o método de Sibbald, usando galos intactos ou cecectomizados, gerou valores de EMAn e EMVn das farinhas de penas e vísceras semelhantes entre si, contudo menores, quando comparados aqueles determinados pelo método tradicional. Assim, vários outros pesquisadores vêm pesquisando os diferentes métodos de avaliar a energia para aves, com o objetivo de verificar qual o melhor valor para utilização nas formulações de rações (Albino et al., 1992; Fischer Júnior et al., 1998; Borges et al., 2003; Freitas et al., 2006).

Algumas pesquisas têm demonstrado que o nível de substituição do alimento testado na dieta referência afeta o valor de EMA obtido. Brugalli et al. (1999) testaram dois níveis de substituição de farinha de carne e ossos na dieta de frangos de corte, 20 e 40%. Os valores médios de EMA e EMAn foram maiores para o menor nível de substituição. Os autores atribuem este resultado a fatores como: interferência de altos níveis de cálcio com a absorção de gordura, redução na absorção de ácidos graxos com o aumento da relação ácidos graxos saturados: insaturados, desbalanço de aminoácidos e a redução da metabolizabilidade da proteína da farinha causada pela alta quantidade de minerais e a redução de consumo. Nascimento et al. (2005) substituíram a ração referência para frangos de corte de 16 e 30 dias de idade com 5, 10, 20, 30 e 40% de farinha de vísceras e de penas. Com o aumento dos alimentos teste na ração, verificou-se diminuição da EMAn das farinhas. Estes dados corroboram Costa et al. (2007) que determinaram a EMA e EMAn de feno de feijão bravo, jureminha e maniçoba, substituídos na ração referência nos níveis de 15 e 30% e verificaram menores valores de energia para o maior nível de substituição.

A variação no período de coleta total de excretas pode gerar alterações nos valores de EMA. Ávila et al. (2006) avaliaram o efeito do período de coleta (1, 2, 3, 4 ou 5 dias de coleta total) na estimativa da EMA e EMAn do

milho para frangos de corte de 19 a 23 dias de idade. Os pesquisadores chegaram à conclusão que quatro dias de coleta é suficiente para gerar dados de EMA e EMAn do milho, um dia a mais que o determinado por Rodrigues et al. (2005) que definiram 3 dias de coleta total de excretas ser o suficiente para determinar a EMAn de rações a base de milho e farelo de soja.

Além destes existem outros fatores citados por pesquisadores que podem afetar a EMA dos alimentos. De acordo com Vieira et al. (2007) variações significativas são encontradas na composição química dos grãos, alterando desta forma a EMA e dificultando a formulação de rações. Dados apresentados por Lima et al. (2000), entre 1979 e 1997, demonstraram alterações de 1,41 a 6,09% nos teores de óleo e de 6,43 a 10,99% nos valores de proteína do milho. Neste mesmo período o nível de EMA oscilou de 3045 a 3407 kcal/kg e o de EMV de 3440 a 3820 kcal/kg na matéria natural. Vieira et al. (2007) avaliaram a EMAn de 45 híbridos de milho e verificaram um valor médio de EMAn de 3744 kcal/kg com variação de 15,15% entre os híbridos.

2.1.4 Partição da energia metabolizável

A EM consumida pelos animais é normalmente dividida em energia retida (ER) nos tecidos corporais e produção de calor (PC), sendo descrita de acordo com Lawrence & Fowler como $EM = PC + ER$. Em condições termoneutras a PC representa o calor associado com a utilização da EM ingerida para manutenção (EMm) e processos produtivos, que representam em torno de 52-64% do que foi consumido (Noblet et al., 2003). Assim, a ER representa a diferença entre EM e PC, sendo dividida em energia retida como proteína (ERp) e energia retida como gordura (ERg) (Lopes & Lesson, 2008).

De acordo com Van Milgen et al. (2001) são poucos os estudos que estimaram a PC e seus componentes: produção de calor devido a atividade física (PCA), produção de calor do animal em jejum (PCJ) e efeito térmico do alimento (ETA).

2.1.4.1 Produção de calor devido a atividade física

As exigências de energia para atividade física são variáveis e, geralmente, estimadas em torno de 50% do metabolismo basal (Austic & Nesheim, 1990). Já de acordo com Wenk (1997) a atividade em animais mantidos em condições práticas é aproximadamente 20% das exigências de manutenção. Em outras condições, como em câmaras respiratórias, valores mais baixos de EMm são encontrados e devem, portanto ser corrigidos para compensar esta diferença.

A atividade física pode ser influenciada por outros fatores, como por exemplo, o alojamento. Rabello et al. (2004) avaliaram o efeito da temperatura (13°, 21° e 30°C) e do sistema de criação (galpão ou gaiola) sobre as exigências de EMm para aves reprodutoras pesadas. As exigências das aves criadas em piso foram 21,8% maiores em relação aquelas alojadas em gaiolas, provavelmente devido aos maiores gastos de energia com a atividade física. Austic & Nesheim (1990) relataram que aves mantidas em gaiolas apresentam menor atividade e com isso menor produção de calor, reduzindo para 30% do metabolismo basal os gastos com a movimentação.

Para MacLeod et al. (1982) as poedeiras perdem de 20 a 25% de

calor diariamente devido às suas atividades. Li et al. (1991) trabalhando com poedeiras em ambientes claros e escuros verificaram que aproximadamente 19% da energia gasta com produção de calor das aves em ambiente com iluminação foi devido à atividade. Já as poedeiras que permaneceram no escuro tiveram 33% menos gasto de energia com a atividade que as demais aves, devido provavelmente à menor taxa de metabolismo basal. Estes dados estão de acordo com Freitas et al. (2005b) que avaliaram o efeito da luz intermitente ou continua para poedeiras leves e verificaram redução de movimentos e menor gasto de energia nas aves que permaneceram um período no escuro. Etches (1996) afirma que aves que permanecem em um ambiente de luz intermitente reduzem os movimentos, o gasto de energia e o consumo, melhorando a eficiência alimentar.

A atividade física das aves também pode ser influenciada pela forma que a dieta lhe é apresentada, peletizada ou farelada (Skinner-Noble et al., 2005). Para MacLeod et al. (1993) a produção de calor ligada ao consumo pode ser maior que 5% da EM consumida a vontade, sendo muitas vezes determinada pela diferença entre dietas peletizadas e fareladas. Yo et al. (1997) verificaram que a duração média de cada acesso ao comedouro depende da forma física da ração, variando de 56 segundos quando a ração é peletizada, para 114 segundos quando é farelada, interferindo, portanto no gasto de energia das aves.

Quando o ambiente em que as aves permanecem está com a temperatura acima da neutralidade sua atividade física é reduzida a fim de reduzir a produção interna de calor. Suas cristas e barbelas se tornam maiores e mais avermelhadas devido à vasodilatação e acréscimo de circulação periférica, já a atividade ligada à respiração aumenta e o consumo diminui (Rutz, 1994). No frio as aves procuram manter a homeotermia por meio da produção de calor e da redução nas perdas, além de aumentarem a atividade relacionada ao consumo de alimento (Macari et al., 2008). De Oliveira et al. (2006) verificaram maior consumo de frangos de corte de 22 aos 42 dias de idade quando expostos a temperaturas abaixo de 25°C, verificando comportamento inverso quando as temperatura foram superiores a 25°C.

Diversas técnicas podem ser utilizadas para mensurar a atividade física das aves, incluindo tempo que os animais permanecem em pé e detecção de movimento ou força (Van Milgen et al., 1997). De acordo com Van Milgen & Noblet (2003) o calor de produção gerado pela atividade física é estimado por meio de relações estatísticas entre a variação na produção de calor e a variação na atividade física. Assim, a definição de atividade física tem um importante impacto na produção de calor que está associado. Além destes métodos, outros como a utilização de radar Doppler para determinação da produção de calor com atividade zero por meio de regressão e a partição de diferentes termos da produção de calor por modelagem (Noblet et al., 2001; Warpechowski et al., 2004) também têm sido utilizados para mensurar a atividade física.

2.1.4.2 Produção de calor do animal em jejum

As exigências de energia de manutenção podem ser obtidas por meio da produção de calor do animal em jejum. Este animal deve estar em estado

pós absorptivo, mantido em ambiente termoneutro e com um mínimo de atividade física (Sakomura & Rostagno, 2007). Nestas condições o calor gerado é devido à catabolização dos tecidos dos animais e corresponde à exigência de energia líquida de manutenção (ELm) (Chwalibog, 1991).

Já para a determinação da energia metabolizável de manutenção (EMm), de acordo com Sakomura e Rostagno (2007), deve-se saber a eficiência de utilização da energia metabolizável (km), que é calculada a partir da seguinte equação: $EMm = PC/km$. Na figura 02, representada abaixo pode-se observar a partição da EM consumida em manutenção e ganho corporal, além da eficiência da EM consumida em deposição corporal.

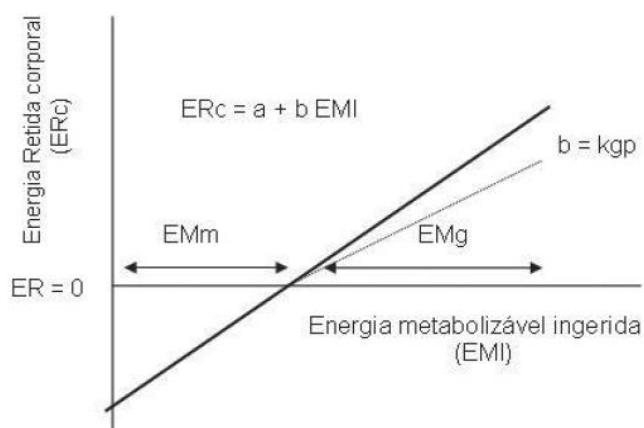


FIGURA 02. Partição da energia metabolizável ingerida (EMI) para manutenção (EMm) e ganho corporal (EMg) e eficiência que a energia ingerida é utilizada para deposição corporal (kgp) (Sakomura e Rostagno, 2007)

O metabolismo dos animais é afetado por diversos fatores, dentre eles o tamanho corporal, o ciclo circadiano, nutrição, idade, composição corporal, tamanho do corpo e dos órgãos, atividade exercida pelo animal e espécie. Animais em fase de crescimento, por exemplo, possuem maior exigência de EMm pois a síntese protéica é alta e os gastos de energia são elevados, aumentando a produção de calor (Blaxter, 1989).

Rabello et al. (2004) avaliaram o efeito de diferentes temperaturas e sistemas de criação sobre a EMm de aves reprodutoras pesadas e verificaram que as exigências de EMm das aves criadas em piso foram superiores aquelas mantidas em gaiolas, independente da temperatura. Isto pode ser explicado pelo maior gasto com atividade muscular de locomoção e maior produção de calor das aves no piso. Os mesmos autores encontraram valores de ELm de 77,8; 65,2; e 59,2 kcal/kg^{0,75}/dia para as temperaturas 13°, 21° e 30°C respectivamente. Já Basaglia (1999) apresentou valores de 100,0; 79,9 e 69,2 kcal/kg^{0,75}/dia para poedeiras leves alojadas em gaiolas submetidas a ambientes com as seguintes temperaturas: 12°, 22° e 31°C. As exigências foram superiores nas temperaturas mais baixas devido à demanda de energia para produção de calor e a manutenção da homeotermia.

Longo et al. (2006) realizaram ensaios com frangos de corte mantidos às temperaturas de 13°, 23° e 32°C e relataram valores de EMm mais

elevados nestas temperaturas, 159,3; 116,1 e 128,3 kcal/kg^{0,75}/dia, verificando efeito quadrático da temperatura sobre a EMm. Sakomura et al. (2004) ofereceram dietas com níveis diferentes de EM (3.050, 3.200 e 3.350 kcal/kg) para frangos de corte em crescimento e obtiveram valores de EMm de 131,1, 140,9 e 131,7 kcal/kg^{0,75}/dia. Nieto et al. (1995) trabalharam com dieta controle, dieta com suplementação extra de lisina e suplementação extra de metionina para frangos de corte em crescimento e encontraram valores de EMm de 143,0; 126,0 e 111,0 kcal/kg^{0,75}/dia respectivamente. Segundo os autores os valores de EMm para frangos de corte podem variar de 73 a 163 kcal/kg^{0,75}/dia e as diferenças encontradas ocorreram pela diferença na composição da dieta.

2.1.4.3 Efeito térmico do alimento

O efeito térmico do alimento (ETA) é definido como a diferença entre a produção total de calor, a PC em jejum e a PC devido a atividade física (Van Milgen & Noblet, 2000). O ETA pode ser distinguido de duas maneiras: ETA a longo prazo e ETA a curto prazo. Aquele denominado a longo prazo é calculado pela diferença entre a PC basal com o animal em estado alimentado e a PC em jejum. São exemplos deste tipo de ETA a fermentação no intestino grosso e o metabolismo intermediário. Já a ETA a curto prazo é representado por processos como consumo, digestão e absorção (Van Milgen & Noblet, 2003). Metodologias para determinar o ETA têm sido aplicadas a suínos (Van Milgen et al., 1997) e a frangos de corte (Van Milgen et al., 2001b; Noblet et al., 2003, Warpechowski et al., 2004), entretanto todas como ETA total, e não dividida em curto e longo prazo.

O ETA é a parte da produção de calor originada do alimento, portanto pode variar de acordo o nível de consumo de energia (Blaxter, 1989) e a composição química do ingrediente ingerido (MacLeod, 2002). Os lipídeos são em quantidade, a mais importante forma de armazenar energia corporal, entretanto, nas dietas a principal fonte de energia é o amido (Van Milgen & Noblet, 2003). De acordo com Baldwin & Sainz (1995) a eficiência de conversão de amido em lipídeos é de 84%, então para esta reação, no mínimo 16% de energia são perdidas como calor.

As eficiências teóricas do uso de nutrientes para deposição de lipídeos decrescem na seguinte ordem: lipídeos, carboidratos e proteína, com valores de eficiências de acordo com Van Milgen et al. (2001) de 0,88; 0,84 e 0,52 respectivamente. Estes valores são semelhantes aqueles apresentados por Noblet et al. (1994) para EL de 0,90; 0,82 e 0,58.

Noblet et al. (2003) determinaram a produção de calor de suínos e frangos de corte alimentados com dietas convencionais e de baixa proteína. Para os suínos observou-se redução da PC total quando se utilizou dietas com baixa proteína, resultado da redução do efeito térmico do alimento. Em aves esse efeito não foi verificado. A proteína da dieta é uma fonte ineficiente de energia quando utilizada em outras propostas que não a deposição protéica. Além dos ATPs gastos na síntese e catabolismo de proteínas, existe a perda de energia na eliminação do excesso de nitrogênio como ácido úrico e uréia (Van Milgen & Noblet, 2003). Le Bellego et al. (2001) trabalhando com suínos verificaram que a redução de proteína bruta da dieta para um mesmo nível de EM levou a uma redução na produção de calor pelos animais. De acordo com

os autores um menor teor de proteína bruta não alterou o conteúdo de EM, mas aumentou o valor de EL.

O alto teor de proteína bruta (24%) nas dietas, além de proporcionar maior incremento calórico, fornece quantidade de aminoácidos superiores às necessidades das aves, ocasionando excesso de aminoácidos circulantes, que quando metabolizados aumentam a produção de calor corporal (Silva et al., 2006). Em suas pesquisas Aletor et al. (2000) demonstraram que o excesso de proteína bruta (25%) na dieta pode aumentar o calor metabólico e reduzir o desempenho das aves, além de aumentar a excreção de nitrogênio. Esses resultados contrariam os apresentados por Faria Filho et al. (2006) e Vasconcellos et al. (2010, 2012), que encontraram queda de desempenho das aves com a redução no teor de proteína bruta (15%, 15% e 17% de PB respectivamente).

Segundo Musharaf & Latshaw (1999) o balanceamento de aminoácidos, a relação proteína:energia e o nível de consumo podem alterar o ETA, visto que parte deste efeito provém da deposição corporal de proteína e gordura. Além destes fatores, a fibra da dieta também pode afetar o ETA. Jorgensen et al. (1996) trabalharam com diferentes fontes (ervilha, farelo de trigo e farelo de aveia) e níveis de fibra bruta (0, 18 e 37%) na dieta para frangos de corte. Os autores verificaram que independentemente do nível e fonte de fibra, a fermentação dos polissacarídeos não amiláceos atingiu 4% de produção de calor quando expressada em relação a EM ingerida. Sarmiento Franco et al. (2000) avaliaram farelo de folhas de chaya e trigo como fontes de fibra na dieta de poedeiras e verificaram que o primeiro alimento gerou sete vezes mais incremento de calor quando comparado ao segundo. De acordo com o estudo esta variação ocorreu devido a diferença na composição das duas fontes de fibra.

2.1.4.4 Energia metabolizável de manutenção

A manutenção corporal foi definida por Blaxter (1972) como a situação em que não ocorrem ganhos nem perdas de nutrientes pelo organismo. Desta forma, as exigências de energia para manutenção são descritas como a quantidade de energia necessária para manter o balanço entre catabolismo e anabolismo, não ocorrendo retenção de energia (Sakomura e Rostagno, 2007). Já Chwalibog (1991) relata que este equilíbrio nunca ocorre em animais em crescimento, apenas em adultos. O autor define a energia de manutenção como aquela necessária para manter o equilíbrio do turnover entre proteína e gordura, a temperatura corporal e a atividade normal de locomoção. Como os gastos para atividade física e manutenção de temperatura corporal fazem parte da manutenção, deve haver um equilíbrio entre a produção e perda de calor.

A exigência de manutenção é descrita pelo NRC (National Research Council, 1998) como a necessidade de energia para todas as funções corporais e atividade moderada, sendo que essas exigências são geralmente expressas com base no peso metabólico. De acordo com Sakomura e Rostagno (2007) a exigência de energia para manutenção pode ser expressa pela equação: $EM_m = aP^b$, em que P^b é o peso metabólico e "a" é a exigência por unidade de tamanho metabólico (UTM). A UTM compara taxas metabólicas de animais em

diferentes tamanhos, uma vez que esta medida é relativa a área de superfície corporal. Já a área de superfície de dois corpos de forma e densidade semelhantes, entretanto, de diferentes tamanhos, são relativos a $\frac{3}{4}$ de seus pesos. Assim, as taxas metabólicas se tornam proporcionais ao peso elevado a 0,75. Por outro lado, quando se compara o gasto de energia para manutenção em animais de diversos pesos da mesma espécie, o expoente pode ser menor que 0,75. Segundo Resende et al. (2006) muitas vezes utiliza-se 0,67, representando $\frac{2}{3}$ da área de superfície do corpo do animal. Lopes e Lesson (2005) relataram que os requerimentos de manutenção para frangos com taxa intermediária de crescimento, baseado no coeficiente 0,75 foi 8% menor que os valores estimados usando 0,60, e que o peso elevado a 0,60 foi um estimador mais preciso.

De acordo com Sibbald (1982) a EMm pode ser calculada como: $EMm = PCJ + ICm$, sendo PCJ a produção de calor em jejum e ICm o incremento de calor de manutenção originado da soma do calor da atividade física de manutenção e o ETA ligado ao consumo de alimento na quantidade necessária para o balanço nulo de energia. Como o ETA varia com o alimento, a EMm é diferente para cada alimento ingerido. Para correção do cálculo para diferentes alimentos pode-se utilizar a equação da energia líquida de manutenção (ELm): $ELm = PCJ +$ produção de calor da atividade física de manutenção ou $ELm = EMm -$ ETA de manutenção.

Para determinação da energia de manutenção deve-se levar em consideração a taxa de produção de calor medida por meio de calorímetros, ou a taxa de deposição de energia, mensurada através do abate comparativo e sua relação com o consumo de determinado alimento (Sakomura, 2004). Outra maneira para determinação da EMm é a utilização de regressões múltiplas entre o consumo de energia, peso vivo e a deposição de proteína e gordura (Kielanowski, 1965). Sakomura et al. (2005) utilizaram equações de regressão da energia retida e produção de calor em função da EM ingerida com o propósito de determinar a EMm e ELm para frangos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de energia (3.050, 3.200 e 3.350 kcal/kg) e de alimentação (a vontade, 75 e 50% do a vontade). As exigências de EMm e ELm determinadas foram 131,12; 140,96 e 131,78 kcal/kg^{0,75}/dia e 107,77; 116,16 e 110,90 kcal/kg^{0,75}/dia para os níveis de energia alto, médio e baixo, respectivamente.

De acordo com dados apresentados em algumas pesquisas (Sakomura et al., 2003; Neme, 2006; Rabello et al., 2004; Longo et al., 2006) a EMm também pode variar com as diferenças genéticas entre frangos de corte e poedeiras, já que estes exibem diferentes potenciais de crescimento e composição corporal.

Animais criados em gaiolas e no piso também devem apresentar diferença na EMm. Segundo Rabello et al. (2004) a exigência de matrizes mantidas no piso é 21,8% maior que aquelas criadas em gaiolas, devido a energia gasta em atividades físicas. Austic & Nesheim (1990) descreveram que o requerimento de energia para atividades está em torno de 50% do metabolismo basal, e é influenciado por ambientes que favorecem a atividade. Em gaiolas, onde as aves apresentam menor atividade e calor de produção este valor é reduzido para 30%.

Dentre os fatores que mais afetam a EMm está a temperatura ambiente. Quando as temperaturas do meio estão elevadas a influência se dá principalmente na manutenção da homeotermia, comprometendo o desempenho das aves devido a ineficiência destes animais em eliminar o calor corporal (Donkoh & Atuahene, 1988). As baixas temperaturas ambientais irão fazer com que a ave destine parte da energia ingerida para gerar calor, o que leva a redução de produtividade. A temperatura ambiente também modifica a retenção de energia, proteína e gordura corporal nas aves (De Oliveira et al., 2006). Longo et al. (2006) verificaram efeito quadrático da temperatura do meio sobre a exigência de manutenção de frangos de corte. Os autores mantiveram os grupos de animais a 13°, 23° e 32°C e obtiveram valores de EMm de 159,36; 116,17 e 128,66 kcal/kg^{0,75}/dia para aquelas temperaturas ambientais respectivamente. Nas temperaturas mais baixas as exigências se elevam pelo fato da maior demanda de energia para produzir calor e manter a homeotermia.

O empenamento das aves também pode estar relacionado a variações na EMm. Segundo Peguri & Coon (1993) a exigência de EMm das aves sem penas em um ambiente de temperatura fria (12,8°C) pode ser duas vezes maior que as necessidades das aves em ambientes quentes (33,9°C) e 0% de penas. Para Fukayama et al. (2005) em altas temperaturas a redução do empenamento pode favorecer o desempenho das aves. Isto se deve ao fato de que sob condições de estresse por calor a diminuição das penas pode elevar a temperatura corporal crítica superior das aves (Horst & Mathur, 1994).

2.1.4.5 Energia metabolizável de produção

A EM de produção (EMp) nos animais em crescimento pode ser determinada pela diferença entre EM consumida (EMc) e EMm, de acordo com a seguinte expressão: $EMp = EMc - EMm$. A EMp é dividida em energia retida como proteína (ERp) e energia retida como gordura (ERg) (Sakomura e Rostagno, 2007).

Muitos modelos que simulam o metabolismo consideram a exigência para manutenção a primeira a ser suprida na lista de exigências, seguido pela proteína e gordura. A deposição de tecidos só ocorre se há nutrientes disponíveis para promover o crescimento após as necessidades de manutenção serem preenchidas (Sakomura, 2004). Quando não há nutrientes suficientes para manutenção, os tecidos corporais são catabolizados para suprir a exigência (Pomar et al., 1991). Segundo Van Milgen & Noblet (2003) a deposição de proteína não depende somente dos aminoácidos disponíveis, mas também do fornecimento de energia. Assume-se que a deposição de proteína aumenta linearmente com a ingestão de energia até um ponto onde outros fatores começam a limitar essa deposição.

Sakomura et al. (2005) ofertaram 3 níveis de energia para frangos de corte em crescimento (3.050, 3.200 e 3.350 kcal/kg) e avaliaram o metabolismo energético. O nível de energia mais alto conferiu melhor desempenho aos animais, entretanto o nível médio gerou melhor equilíbrio na eficiência de utilização da energia para deposição de proteína e gordura, conseqüentemente, melhor carcaça, com menor quantidade de gordura depositada. Oliveira Neto et al. (2000) encontraram resultados semelhantes quando trabalharam com frangos de corte recebendo 5 diferentes níveis de

energia na dieta (3000, 3075, 3150, 3225 e 3300 kcal de EM/kg de ração). O nível de 3232 kcal de EM, correspondente a relação energia:proteína de 16,49, gerou os melhores resultados de desempenho e deposição de proteína na carcaça. Zanusso et al. (1999) testaram 5 níveis de EM (2850, 2921, 3000, 3075 e 3150 kcal/kg) para pintos de corte e verificaram que os níveis de EM influenciaram as deposições de proteína e gordura na carcaça, que aumentaram de forma linear. O aumento observado na deposição de proteína refletiu a melhora na relação energia:proteína da dieta, que nos níveis mais baixos pareceu insuficiente para garantir esta deposição, já que o consumo de proteína não variou entre os tratamentos, comprometendo o ganho de peso das aves.

Lopes et al. (2007) conduziram um experimento para avaliar a energia retida como proteína e gordura em aves de diferentes linhagens (frangos comerciais, Plymouth Rock Barrada e Leghorns). Os autores utilizaram modelos lineares e não lineares para caracterizar os padrões de deposição de energia e observaram que tanto a deposição de proteína quanto de gordura das três linhagens apresentaram aumento quadrático. Após os 42 dias as aves depositaram uma proporção constante de energia como proteína e gordura.

Neme et al. (2005) trabalharam com consumo restrito para poedeiras: a vontade, 70%, 50% e 35% do consumo a vontade. As aves restritas em 50 e 35% do consumo a vontade apresentaram valores negativos de energia retida. Longo (2000) observou resultados semelhantes quando trabalhou com frangos de corte recebendo 30% do consumo a vontade e criados em um ambiente a 30°C. Segundo os autores, isto é explicado pelo fato de que os programas de seleção são direcionados a aumentar o consumo de alimento a níveis maiores que as exigências de energia basal.

Pirgozliev et al. (2001) avaliaram a retenção de energia na carcaça em frangos de corte recebendo dietas com inclusão de seis diferentes amostras de grão de trigo. Os autores verificaram diferenças na retenção de energia na carcaça quando os frangos receberam dietas com grãos de trigo que diferiram em sua composição nutricional. Além disso, encontraram uma variação na eficiência de utilização da EMA para retenção de energia na carcaça, que pode estar relacionada às diferenças na viscosidade das diversas amostras de trigo.

2.1.4.6 Eficiência energética para manutenção e produção

As eficiências de utilização da energia normalmente são expressas em termos de EM, considerando que parte da EM consumida é utilizada para manutenção e outra para produção (Sakomura e Rostagno, 2007).

De acordo com Van Milgen & Noblet (2003) a retenção de energia pode ser vista como um processo de dois estágios, com um ponto de interrupção no fornecimento de EM resultando em retenção de energia zero (Figura 03).

As inclinações da linha do gráfico representam as eficiências de energia abaixo da manutenção (km) e para crescimento (kc). Quando o consumo de energia é zero, os animais irão mobilizar reservas corporais a fim de suprir os requerimentos de energia para manutenção. Com o aumento do consumo de

EM, a energia da dieta irá progressivamente repor a energia das reservas corporais para cobrir a manutenção até o ponto em que a EM da dieta fornece energia igual a EMm (Van Milgen & Noblet, 2003). Segundo Blaxter (1989) a eficiência do uso de EM abaixo da manutenção (km) é superior a eficiência acima da manutenção (Kc). Isto ocorre porque há menor custo de processamento quando o substrato para oxidação são gordura e proteína depositados em relação ao processamento de nutrientes ingeridos que estão combinados com o custo de síntese e deposição de tecidos que normalmente estão acompanhados de uma maior reciclagem de proteína.

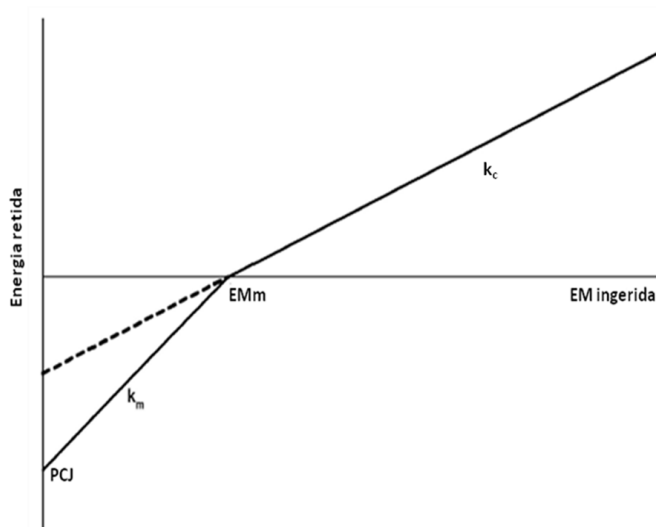


FIGURA 03: Relação entre energia de retenção e ingestão de energia metabolizável. PCJ = produção de calor em jejum; EMm = energia metabolizável ingerida para manutenção; kc = eficiência de energia para crescimento; km = eficiência relativa do uso da energia metabolizável ingerida para manutenção comparada ao uso da energia metabolizável das reservas corporais. (Adaptado Van Milgen & Noblet, 2003).

Ao se avaliar a energia retida para crescimento, é necessário mensurar a energia retida como gordura (ERG) e proteína (ERP) e sua eficiência de utilização da EM, denominada KG para deposição de gordura e kp para proteína (Lopes & Lesson, 2008). A ERG e ERP têm sido determinadas por calorimetria (Van Milgen, 2001; Noblet et al., 2003) e abate comparativo (MacLeod, 1991). Já os valores de eficiências são estimados por modelos estatísticos, como o apresentado por Kielanowski (1965): $EM = EMm + DP/kp + DG/KG$, onde DP e DG são a deposição de proteína e gordura respectivamente. De acordo com este pesquisador o kp e KG podem também ser calculados por meio de regressão entre o consumo de energia e a retenção de proteína e gordura. Boekholt et al. (1994) testaram esta metodologia com frangos de corte e encontraram valores de 0,66 para kp e 0,86 para KG.

Estudos como o de Boekholt et al. (1994) têm indicado que a eficiência de deposição de proteína é menor que para a deposição de gordura.

Segundo Latshaw & Moritz (2009) a melhor eficiência das gorduras pode estar relacionada com a menor produção de calor e maior deposição no animal. De Groot (1974) relataram que a eficiência de utilização da EM abaixo da manutenção para deposição de lipídeos em aves adultas varia de 70 a 84% e entre 37 e 85% para aves em crescimento. Sakomura et al. (2004) trabalhando com de 3 níveis de energia na dieta para frangos de corte (3.050, 3.200 e 3.350 kcal/kg) encontraram valores de kp de 0,56; 0,67 e 0,34 e KG de 0,81; 0,69 e 1,23 respectivamente. No tratamento com alto nível de energia (maior quantidade de óleo adicionada a dieta) o kp foi menor em relação aos demais, entretanto promoveu maior eficiência de utilização na deposição de gordura. Já Nieto et al. (1995) avaliaram o efeito da qualidade da proteína em dietas para frangos de corte e encontraram valores de kp que variaram entre 0,40 a 0,57 e KG entre 0,64 e 1,27.

Rabello et al. (2004) demonstraram que o kp e KG de aves reprodutoras podem variar quando os animais estão alojados em ambientes com diferentes temperaturas. Os autores encontraram valores de utilização da energia acima da manutenção de 60,9, 60,4 e 56,6% nas temperaturas de 13, 21 e 30°C, respectivamente. Na utilização da energia da dieta para manutenção, a temperatura gerou pouca influência, sendo encontrados valores de 70, 71 e 67% para as temperaturas de 13, 21 e 30°C, respectivamente. Sakomura et al. (2005) relataram valores para eficiência de utilização da EMm de 72, 71 e 74% nas temperaturas de 12°, 22° e 31°C.

Os coeficientes de deposição de proteína e gordura se alteram quando existem consumos abaixo e acima da manutenção. Desta forma, a estimativa da energia de manutenção pode variar com os níveis de consumo avaliados nos ensaios realizados (Warpechowski, 2005). Sakomura et al. (2004) trabalharam com diferentes níveis de energia (3.050, 3.200 e 3.350 kcal/kg) e de consumo (ad libitum, 75 e 50% do ad libitum) para frangos em crescimento. Os pesquisadores observaram valores de EMm de 131,12; 140,96 e 131,78 kcal/kg^{0,75}/dia respectivamente para os três níveis de energia testados, sendo a EMm calculada a partir de dados de equações de regressão da energia retida e produção de calor em função da EM ingerida.

Buyse et al. (1998) trabalharam com frangos de corte de linhagem para crescimento ou linhagem para melhor eficiência alimentar. Os animais da linhagem para melhor eficiência depositaram menor quantidade de energia na forma de gordura e também mostraram maior eficiência de conversão de proteína. Lin et al. (2010) avaliaram linhagens convencionais e nativas do Taiwan submetidas a diferentes níveis de consumo: (a vontade ou restritos 85%, 70%, 55% e 40% do consumo a vontade). As aves convencionais apresentaram maior kp (0,55 vs 0,40), entretanto similar kg (0,84 vs 0,87) em relação as nativas. Rivera-Torres et al. (2011) avaliaram a dinâmica de utilização de energia em perus machos e fêmeas e observaram que a retenção de energia como proteína reduziu com o avanço da idade dos animais, e foi maior em machos do que em fêmeas. Já a retenção de energia como gordura aumentou com a idade e foi menor nos machos em relação às fêmeas.

2.1.5 Energia Líquida

A primeira pesquisa amplamente reconhecida a atribuir valores

baseados no sistema de energia líquida (EL) a ingredientes para aves, determinou a chamada energia produtiva (Fraps, 1946). A EL proporciona um valor que é considerado mais próximo da energia verdadeira (Noblet, 2007) e pode também ser denominada de energia efetiva. De acordo com De Lange & Birkett (2005), algumas limitações da energia digestível e metabolizável podem ser superadas por meio da determinação da EL, já que esta considera perdas que as demais não mensuram.

A EL é definida como a EM menos o incremento de calor (IC) associado à perda de energia durante os processos de ingestão, digestão, fermentação, absorção, metabolismo e alguma atividade física (Noblet et al., 1994). O IC pode ainda ser definido como a perda de energia do efeito térmico do alimento (relacionada a digestão, absorção, fermentação e metabolismo do alimento) somada a energia gasta na atividade física específica (relativa a ingestão do alimento).

A EL é utilizada para atender os requerimentos de manutenção, sendo chamada energia líquida de manutenção (ELm) e produção, denominada, energia líquida de produção (ELp). A ELm é a energia necessária para sustentar o metabolismo basal, manter a temperatura corporal e é perdida como calor. Se a EL fornecida é maior que aquela requerida a manutenção corporal, a energia é utilizada como ELp, incluindo formação de tecidos (Yousuf, 2006). Para Sturkie (1986) aproximadamente 84% da EM é disponível como EL em pintos de 0 a 21 dias de idade, embora fatores relacionados ao animal e ao alimento possam impactar essa proporção. Wiernusz (1994) relataram que do total de energia do alimento, somente 38% é retida na ave, 34% é perdida como calor e 28% perdido nas excretas. Já Beker (2006) descreveram que as exigências para manutenção são aproximadamente 36% da EM do alimento, onde a energia para ganho e atividades é estimada ser 65 e 19%, respectivamente. Segundo Blaxter (1989), considerando que parte da EM ingerida fica retida no corpo e parte é perdida como calor, a proporção retida representa a eficiência de conversão da EM da dieta em EL.

2.1.5.1 Métodos para determinação da energia líquida

Segundo De Lange & Birkett (2005) existem algumas limitações na determinação da EL que incluem: incurácia na estimativa da ELm, erros experimentais e analíticos na mensuração da ELp ou IC e a incapacidade em refletir a variação no uso metabólico da energia para diversas funções corporais. Em termos de metodologia experimental, considerável cuidado deve ser dado a acurácia da estimativa do consumo de alimento e a calibração do equipamento para medir a produção de calor, no caso de calorimetria direta ou indireta. Além disso, a determinação exata da energia retida no corpo do animal ou ainda mensuração dos produtos gerados quando há determinação da ELp diretamente (Moughan et al., 2000).

Sibbald (1982) propõe a utilização de três diferentes metodologias para a determinação da EL: abate comparativo, calorimetria e predição teórica

a partir de outros valores de energia.

A técnica do abate comparativo foi descrita por Southgate (1930) e refinada por Fraps e Carlile (1939) que desenvolveram bioensaios para determinar a energia produtiva ou EL (citados por Sibbald, 1982). A determinação da EL envolve o abate de animais no início do experimento, a alimentação das aves com pelo menos dois níveis de ingestão em um período em que se realiza o ensaio de metabolismo, e o abate dos animais do experimento para determinar a composição corporal e o ganho de energia (Sibbald, 1982).

A metodologia do abate comparativo baseia-se no fato de que a composição corporal de um grupo de animais pode representar a população estudada. Assim, os nutrientes depositados ou removidos do corpo do animal são estimados por meio de abates representativos no início e no final do período experimental (Armsby, 1917). Entretanto, Sakomura & Rostagno (2007) destacam que este método tem sido criticado pelo fato dos animais amostrados e abatidos no início do experimento não representarem as aves do ensaio experimental. Por isso, a obtenção de amostras representativas e homogêneas faz-se essencial neste tipo de ensaio para que se reduzam os erros experimentais. Segundo Warpechowski (2005) o intercepto da regressão linear entre energia corporal retida (ECR) e a energia metabolizável consumida irá gerar a ELM, ou deve-se utilizar um valor de referência, quando apenas um nível de consumo de energia é utilizado. A soma da ELM e da ECR será a estimativa da EL.

Sakomura et al. (2004) utilizaram a técnica de abate comparativo para determinar o desempenho e metabolismo energético de frangos de corte de 22 a 43 dias de idade recebendo dietas com diferentes níveis de energia (3.050, 3.200 e 3.350 kcal/kg) e três níveis de alimentação (à vontade, 75 e 50% do consumo à vontade). Os autores verificaram que o nível médio de energia da dieta proporcionou melhor equilíbrio na eficiência de utilização da energia para deposição de proteína e gordura, conseqüentemente melhor qualidade de carcaça. Rabello et al. (2004) também utilizaram o abate comparativo para determinar as exigências de energia metabolizável de manutenção para frangos de corte criados em gaiolas ou no piso. Os autores verificaram que a exigência de energia das aves criadas no piso foi 21,8% maior que aquelas alojadas em gaiolas, fato relacionado a maiores gastos de energia com atividade física. Olukosi et al. (2008) utilizaram a mesma técnica e verificaram maior ELP e energia retida como gordura e proteína em frangos que receberam fitase suplementada em dietas contendo trigo como fonte de polissacarídeos não amiláceos.

A determinação da EL por calorimetria estima o calor de produção do animal diretamente pela mensuração da emissão de calor ou indiretamente pela determinação do consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono. Na essência, a técnica de calorimetria mede a produção de calor metabólico basal e a produção de calor após o consumo do ingrediente teste, sendo a diferença estimada como o IC do alimento avaliado (Sibbald, 1982).

Na calorimetria direta, o calor gerado pelo animal é medido pelo aumento da temperatura de um volume conhecido de água ou por meio de corrente elétrica formada pelo calor que passa pelos pares termoeletrônicos

(Resende et al., 2006). Podem ser utilizados dois tipos de calorímetros para determinação desta técnica: o adiabático ou o de gradiente. No adiabático o animal fica no interior de uma câmara construída para que ocorra um mínimo de perda de calor por suas paredes. A parede interna e externa são aquecidas a mesma temperatura evitando perder calor de dentro para fora. O calor gerado pelo animal é removido pela água corrente que circula por tubos no teto da câmara. As perdas de calor são calculadas pelo volume de água circulante e pelas mudanças na temperatura da água. Esse calor calculado, somado ao calor latente de vaporização da água condensada sobre o aparelho ou transportada na corrente de ar, fornece as perdas totais de calor. Já o calorímetro de gradiente térmico permite que o calor passe por meio de suas paredes. Se a espessura e condutividade térmica das paredes são uniformes, a quantidade de calor perdida pelo calorímetro é proporcional ao gradiente térmico deste calorímetro (Sakomura e Rostagno, 2007).

A calorimetria indireta baseia-se no princípio de que a produção de calor metabólico é resultado da oxidação de compostos orgânicos (Sakomura & Rostagno, 2007). Segundo Withers (1992), mensurações do metabolismo pela determinação do consumo de oxigênio e produção de dióxido de carbono não são diretamente equivalentes à taxa de produção de calor, mas podem ser relacionadas com a produção de calor por meio da estequiometria da reação química. Determinações de oxigênio e dióxido de carbono pela análise do ar inspirado e expirado, são também usadas para mensurar a taxa metabólica.

Dentre as técnicas para determinação da calorimetria indireta pode-se citar as câmaras de respiração de circuito aberto ou fechado. Na primeira o ar externo entra na câmara e sua composição é analisada. Na sua saída avalia-se a quantidade de ar que está deixando a câmara e sua composição, sendo possível então calcular as quantidades de CO₂ e metano produzidos e quantidade de O₂ consumida. Na segunda o ar é recirculado dentro da câmara, sendo a composição do ar que sai mantida em níveis normais pela adição de O₂, enquanto o CO₂ é retido em absorventes (hidróxido de sódio ou potássio). (Sakomura & Rostagno 2007).

Koh & Macleod (1999) testaram se as variações de temperatura ambiente (14°, 17°, 22°, 27° e 32°C) e de consumo (à vontade e 75%, 50%, 25% do consumo à vontade e jejum) afetariam a produção de calor e o quociente respiratório de frangos de corte com 28 dias de idade. A produção de calor mostrou uma tendência a diminuir com a redução de consumo e com temperaturas mais altas. Já o quociente respiratório das aves diminuiu com a redução do consumo e permaneceu com padrões similares (aumento, redução e padrão constante do quociente respiratório) nos grupos de acordo com a variação circadiana.

Sato et al. (2006) utilizaram um calorímetro de circuito aberto para mensurar a produção de calor e quociente respiratório em frangos de corte e poedeiras no período embrionário. A produção de calor mostrou menores valores para os frangos de corte em relação às poedeiras durante o desenvolvimento embrionário e diminuiu com o estágio de desenvolvimento das duas linhagens. O quociente respiratório também apresentou valores menores para frangos de corte quando comparados às poedeiras. Os embriões dos frangos consumiram mais gema, tiveram menores valores de triglicerídeos,

D-3 hidroxibutirato e glicerol no plasma, concluindo que os embriões de frangos utilizam mais lipídeos. Segundo os autores este fato é confirmado pela diferença entre o quociente respiratório das duas linhagens. Em estudo semelhante Chwalibog et al. (2007) determinaram as trocas gasosas, produção de calor e oxidação das gorduras em embriões de aves de rápido crescimento comparado a embriões de aves de lento crescimento. Concluiu-se que embriões de aves de crescimento lento apresentaram uma menor taxa metabólica e oxidaram menos gordura que a linhagem de rápido crescimento.

De acordo com autores como MacLeod (2002) e Sibbald (1982) a determinação da EL por meio de equações de predição são baseados na eficiência de utilização dos nutrientes absorvidos, portanto existe a necessidade da correta avaliação da digestibilidade de cada nutriente para cada alimento. Nehring & Haenlein (1973) publicaram modelos de predição da EL utilizando valores de proteína bruta, gordura bruta e fibra bruta digestíveis. Desta forma, a EL acaba sendo determinada por meio do conhecimento da EM da dieta, como em trabalho demonstrado por De Groot (1974).

Diversos estudos com suínos têm avaliado a utilização de equações de predição da EL. Todas essas pesquisas com sistemas de EL combinam a utilização da EM para manutenção e crescimento (Noblet et al., 1994) ou para engorda (Schinckel et al., 2008) assumindo eficiências semelhantes para manutenção e retenção de energia. O sistema utilizado na Holanda (Centraal Veevoeder Bureau – CVB, 1998) adaptou as equações propostas por Schiemann. O sistema usado pelo NRC (1998) para estimar valores de EL combina resultados de mensurações diretas usando um modelo animal e estimativas utilizando equações de predição. Boisen & Verstegen (1998) propuseram a estimativa de valores de EL de alimentos para suínos baseados na combinação de métodos de digestão *in vitro* para estimar os nutrientes digestíveis e coeficientes bioquímicos para avaliar a produção potencial de ATP dos nutrientes. Pela dificuldade de implementação do método de digestão *in vitro*, esta metodologia assume que a energia é usada exclusivamente para produção de ATP, o que não é o caso dos suínos em crescimento.

Diversas equações de predição para determinação da EL para suínos têm sido apresentadas por Noblet (1994, 1996, 2000). As equações demonstradas por este autor em 1994 foram baseadas em um grande número de mensurações (61 dietas). Os resultados deste estudo foram validados por outras pesquisas (Le Bellego et al., 2001; Noblet et al., 2001; Van Milgen et al., 2001). As equações de Noblet et al. (1994) são baseadas em informações disponíveis em tabelas convencionais de alimentos e são aplicáveis para ingredientes simples e dietas compostas em qualquer fase de produção dos animais. Também apresentam a correta hierarquia entre ingredientes para suínos em crescimento e porcas em gestação ou lactação. De acordo com os autores é importante destacar que valores diferentes de energia digestível ou nutrientes digestíveis devem ser utilizados para suínos em diferentes categorias. Na tabela 01 são apresentadas algumas equações de predição da EL de dietas para suínos em crescimento desenvolvidas por Noblet et al. (1994).

De acordo com Sibbald (1982), na pesquisa realizada por De Groot (1974) com frangos de corte, foram utilizados coeficientes respectivos de 0,6,

0,9 e 0,75 para proteína, gordura e amido e calculou-se a eficiência energética de diversos alimentos, obtendo valores mais baixos para ingredientes protéicos e mais elevados para aqueles ricos em gordura. Desta forma, a diferença entre ingredientes aumentou em comparação com os valores de EM. Neste mesmo trabalho De Groote (1974) apresentou uma equação para predição da EL baseado nos nutrientes digestíveis e suas eficiências: $EL \text{ (kcal/kg}^{0,75}\text{/dia} = 13,4 \cdot PBD + 35,3 \cdot EED + 13,0 \cdot ENND$, onde PBD é proteína bruta digestível, EED, extrato etéreo digestível e ENND, extrativo não nitrogenado digestível (%). Já Emmans (1994) publicou uma equação para determinação da EL de alimentos para frangos baseada na EMA e na proteína bruta digestível: $EL \text{ (MJ/kg)} = 1,17 \cdot EMA - 4,2 \cdot PBD - 2,44$.

TABELA 01. Predição do conteúdo de EL (kcal/kg de matéria seca) de dietas para suínos em crescimento a partir dos nutrientes digestíveis (g/kg de matéria seca) ou conteúdo de energia digestível ou metabolizável (kcal/kg de matéria seca) e/ou características químicas (g/kg de matéria seca) (modelos de regressão linear)

Número	Equação	r ²
1	$EL = 2,73 \times PBD + 8,37 \times EED + 3,44 \times AM + 0 \times FDAD + 2,93 \times Res1$	0,96
2	$EL = 2,69 \times PBD + 8,36 \times DEE + 3,44 \times AM + 0 \times FBD + 2,89 \times Res2$	0,96
3	$EL = 0,843 \times ED - 463$	0,91
4	$EL = 0,703 \times ED + 1,58 \times EE + 0,47 \times AM - 0,97 \times PB - 0,98 \times FB$	0,97
5	$EL = 0,700 \times ED + 1,61 \times EE + 0,48 \times AM - 0,91 \times PB - 0,87 \times FDA$	0,97
6	$EL = 0,870 \times EM - 442$	0,94

PBD – proteína bruta digestível, EED – extrato etéreo digestível, FDAD – fibra em detergente ácido digestível, AM – amido, FBD – fibra bruta digestível, ED – energia digestível, EM – energia metabolizável
 Res1 = matéria orgânica digestível - (PBD + EE D+ AM + FDAD)
 Res 2 = matéria orgânica digestível – (DPB + EED+ AM + FBD)
 Adaptado de Noblet et al.(1994)

Nunes (2003) estimou os valores de energia líquida de alguns alimentos para aves utilizando a equação proposta por MacLeod (2000):

$$EL \text{ (kcal/kg MS)} = EM * \frac{0,60(4,26PBd) + 0,90(9,52EEd) + 0,75(4,23CHOd)}{4,26PBd + 9,52EEd + 4,23 CHOd}$$

Onde: EM = energia metabolizável, PBd = proteína bruta digestível (g/kg), EEd = gordura digestível (g/kg) e CHOd = amido e açúcares digestíveis (g/kg).

O autor encontrou uma relação entre EL e EM dos alimentos energéticos que variou de 71 a 75%. Já para alimentos de origem vegetal protéicos, com exceção da soja integral tostada, observou-se uma relação variando de 65 a 66%. Para Reyntens (1972) a utilização de 75% da EM como EL é uma característica normal de aves em crescimento quando o alimento apresenta grande quantidade de carboidratos. De acordo com este autor uma relação entre EL e EM de alimentos com alto teor protéico podem variar de 60 a 68%, corroborando os dados de Nunes (2003).

2.2 Eficiência de utilização dos componentes da dieta

2.2.1 Carboidratos

2.2.1.1. Carboidratos amídicos

A eficiência com que os nutrientes são utilizados para deposição de lipídeos ou síntese de ATP depende tanto da transformação bioquímica do nutriente, quanto dos processos bioquímicos e fisiológicos (Van Milgen et al., 2001).

Os carboidratos, em especial o amido, são uma das principais fontes de energia na dieta para aves, visto que o milho, cereal rico em amido e de alta palatabilidade é considerado o mais importante componente energético das rações avícolas no Brasil. O amido é uma mistura de glicanos sintetizados pelas plantas como alimento de reserva. É depositado nos cloroplastos das células vegetais com grânulos insolúveis compostos por alfa amilose e amilopectina (Donald et al., 2000). A alfa amilose é um polímero linear, com resíduos de glicose ligados por ligações alfa1-4. Já a amilopectina consiste de resíduos de glicose unidos por ligações alfa 1-4, sendo, entretanto, uma molécula ramificada com pontos de ramificação alfa 1-6 (Buléon et al., 1998).

O sistema digestório das aves para hidrólise do amido é caracterizado como alto potencial enzimático. Entretanto, em comparação com os mamíferos, o potencial das aves para completa digestão por meio de degradação microbiana na porção distal do trato digestório é muito baixo (Carre, 2003). Para melhorar a utilização do amido pelas aves existem processamentos como peletização (Lima, 2007) e extrusão (Moreira et al., 1994; Stringhini et al., 2009), que gelatinizam o amido, liberando a amilose e amilopectina e rompendo a parede celular dos vegetais, facilitando a digestão enzimática. Além destes processamentos pode-se fazer uso de enzimas para melhorar o aproveitamento do amido (Zanella et al., 1999).

De acordo com Van Milgen e Noblet (2003) os lipídeos são em quantidade, a forma mais importante de armazenar energia corporal, contudo, nas rações a principal fonte de energia é o amido. Noblet & Henry (1991) citam que a máxima eficiência bioquímica para síntese de lipídeos a partir de fontes puras de amido pode ser calculado por estequiometria gerando o valor de 88%.

Entretanto, dados que resultam de ensaios biológicos, com nutrientes fornecidos nas dietas através de ingredientes, resultam em eficiências marginais de retenção de lipídeos a partir da EM que são consideradas menores que a eficiência máxima teórica determinada por meio de cálculos. Schiemann et al. (1962) citados por Birkett & De Lange (2001) citam o valor de 75% em pesquisas com suínos. Já Baldwin (1995) coloca que a eficiência de conversão de amido em lipídeos é de 84%, perdendo 16% de energia na forma de calor. Van Milgen et al. (2001) determinaram a eficiência de utilização de carboidratos para suínos de 0,84. Estes valores são semelhantes aos apresentados por Noblet et al. (1994) para EL de 0,82. Armstrong (1969) citado por Noblet & Henry (1993) mensuraram a eficiência de utilização do amido para deposição de lipídeos e encontraram valores entre 70 e 80%.

2.2.1.2 Carboidratos não amídicos: Fibras

As fibras são componentes da parede celular não hidrolisáveis pelas enzimas digestivas de animais não ruminantes, sendo, desta forma, o principal

substrato para fermentação bacteriana (Montagne et al., 2003). De acordo com Mc Donald et al. (2002) a fibra se refere às paredes celulares das plantas que incluem principalmente celulose, hemicelulose e lignina.

A fibra pode ser classificada de diferentes formas. De acordo com o método analítico pelo qual a fibra é determinada, ela pode ser dividida em fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. A primeira, extraída em um solução de detergente neutro, é composta pela celulose, hemicelulose e lignina, e a segunda, extraída em uma solução detergente ácida, pela celulose e lignina (McDonald et al., 2002). A fibra pode também ser dividida de acordo com sua solubilidade em água, sendo definida como solúvel e insolúvel. Na fração solúvel haverá polissacarídeos não amiláceos (PNA), hemiceluloses e substâncias pécticas e na fração insolúvel a lignina, celulose, hemiceluloses insolúveis, taninos, cutinas e compostos minoritários Além disso, pode-se classificar a fibra de acordo com seu grau de fermentação: alta, baixa e moderada (Van Soest et al., 1991).

Conforme a composição e estrutura da fibra, esta pode variar nas suas características físico-químicas e, portanto, nos seus efeitos fisiológicos no animal. Dentre as principais características físico químicas da fibra pode-se citar a capacidade tamponante, capacidade de hidratação, viscosidade e capacidade de troca catiônica (Annison & Choct, 1994).

As dietas de frangos de corte são em sua maioria compostas por grãos de cereais que possuem fibra em sua composição, o que pode interferir na utilização dos demais nutrientes pelos animais, conforme o nível e tipo da fibra da dieta. A fibra presente nas rações, além de causar alterações nas características de bolo alimentar, em funções gastrintestinais como a taxa de excreção endógena e taxa de passagem, alterações na fermentação microbiana no intestino grosso, pode ser considerada um componente diluidor da energia metabolizável (Hetland et al., 2004; Jimenez-Moreno et al., 2010).

Segundo Warpechowski (1996), as fibras solúveis e insolúveis, que apresentam propriedades físico-químicas diferentes, exercem diferentes efeitos sobre a passagem da digesta. O efeito da fibra insolúvel parece decorrer especialmente da estimulação física. Dietas com alta fibra insolúvel tendem a apresentar partículas sólidas até o final do trato digestório, sendo então a estimulação estendida por todo trato (Warner, 1981). Com relação à fibra solúvel, o efeito de passagem parece relacionar-se com a elevação da viscosidade da digesta. Para Ferreira (1994), uma maior viscosidade contribui para um trânsito mais lento pelo trato gastrintestinal animal, contudo, o efeito desta fração sobre a passagem vai depender da sua fonte, bem como estado fisiológico e tipo da ave.

Autores como Wenk (2001) citam que rações com elevada quantidade de PNA possuem uma menor energia metabolizável, e devido ao alongamento da parede estomacal causam uma sensação de saciedade antes de alcançar o nível de ingestão deste nutriente em animais em crescimento, resultando em queda de consumo. Já para Warpechowski (2005) componentes não digestíveis da fibra podem alterar o efeito térmico do alimento (ETA), pois verificou-se que com o aumento no nível de fibra de grãos e seus sub-produtos nas dietas de frangos de corte, a relação EL/EM foi reduzida. Sarmiento-Franco et al. (2000) observaram diferença no incremento

calórico de galos consumindo dois alimentos fibrosos, o que foi atribuído a diferenças no efeito térmico do alimento (ETA) devido a efeitos fisiológicos e mecânicos diferentes de cada fonte de fibra sobre o trato digestório das aves. O mesmo foi observado por Jorgensen et al. (1996) que observaram diferenças devido ao nível e fonte de fibra sobre a produção de calor de frangos, efeito parcialmente atribuído a diferenças no ETA. Com suínos está bem estabelecido o aumento do ETA devido ao consumo de fibra digestível, associado a fermentação no intestino grosso (Noblet & LeGoff, 2001; LeGoff, 2002).

Já os efeitos da fibra sobre a partição e utilização da energia metabolizável devido ao consumo de dietas com a alta fibra incluem uma maior perda de calor durante a ingestão e digestão, e um provável aumento no custo de manutenção devido ao aumento na proporção corporal do trato digestório (Warpechowski, 2005). De acordo com Kung & Grueling (2000) a fibra tende a limitar a quantidade de alimento ingerido e a retenção de energia disponível, contribuindo também para o excesso de nutrientes excretados. Ani et al. (2012) verificaram menor desempenho, absorção e retenção de nutrientes em frangos alimentados com dietas com maior teor de fibra. Choct et al. (1996) citam que a presença de PNA na dieta de frangos de corte leva a perda de energia na forma de calor e ácidos graxos voláteis.

Em relação a utilização da EM para EL, Noblet et al. (1994) citam que a eficiência energética da dieta aumenta com a adição de gordura e carboidratos e diminui com a adição de fibras e proteínas. Em pesquisa realizada por Noblet & Van Milgen (2004) foram encontrados valores mais altos de eficiência de utilização da EM para gordura e carboidratos (90 e 82%), e mais baixos para fibra dietética e proteína (60%). Segundo os autores estes valores mais baixos se devem ao maior incremento calórico da fibra e proteína, tendo, portanto, influência direta nos valores de EL. Noblet et al. (1989) citado por Noblet e Henry (1993) por meio dados de 41 dietas obtiveram uma série de relações que indicaram uma contribuição positiva do amido e gordura para e efeito negativo da fibra e proteína na eficiência de utilização da EM para suínos em crescimento. A média de eficiência foi de 74%, entretanto os nutrientes foram utilizados diferentemente. Encontrou-se os valores: 95, 85, 54, 57 e 0% para gordura, amido, proteína, hemicelulose e celulose respectivamente e estes resultados expressaram uma reduzida eficiência de utilização dos produtos finais da fermentação da fibra pelas aves.

2.2.2 Lipídeos

Os lipídeos ou gorduras são fontes de energia prontamente disponíveis e de ácidos graxos essenciais para as aves. Pelo fato de conterem mais energia que os carboidratos são adicionados as dietas para elevar a densidade energética. Segundo Wiseman & Salvador (1991) a contribuição energética das gorduras pode ser afetada por diversos fatores como, concentração de energia e proteína na ração, idade e espécie das aves, níveis de inclusão, fontes de fibra na ração, taxa de passagem do alimento pelo tratogastrointestinal e métodos de determinação. Além destes fatores, Nitsan et al. (1997) citam o comprimento da cadeia de ácidos graxos livres, o grau de saturação e o conteúdo de ácido linoléico que mudam os valores de EM em razão dos processos de digestão e absorção das gorduras (Wiseman &

Salvador, 1991).

A utilização de gorduras pelos frangos irá depender da hidrólise dos triglicerídeos pela lipase pancreática e da emulsificação dos monoglicerídeos e ácidos graxos livres pela bile. Já a eficiência deste processo dependerá da presença de monoglicerídeos e do comprimento e saturação da cadeia dos ácidos graxos (Hofmann & Borgström, 1962).

De acordo com Birkett e De Lange (2001) os diversos nutrientes são utilizados pelos animais com diferentes eficiências energéticas, expressas como a proporção de energia retida em relação a energia ingerida. Assim, o valor da máxima eficiência das gorduras para síntese de lipídeos em suínos citado por Noblet & Henry (1991) foi de 98%, sendo 10% superior ao valor calculado para o amido. Já o valor teórico calculado por Armstrong (1969) citado por Noblet & Henry (1993) para eficiência de utilização da gordura para manutenção foi de 100%. Boyd & McCracken (1979) citado por Birkett e De Lange (2001) determinaram o valor marginal ou biológico que ficou em torno de 90%. Schiemann et al. (1972) citados por Noblet e Henry (1993) trabalharam com suínos em terminação e encontraram eficiência de 98% quando a EM foi determinada pela gordura bruta digestível. Just et al. (1982) realizaram experimentos com suínos e observaram que a eficiência de utilização da EM aumentou quando mais gordura foi adicionada a dieta. Com mensurações de 41 dietas Noblet et al. (1989) obtiveram uma série de relações que indicaram uma contribuição positiva do amido e das gorduras na eficiência de utilização da EM para suínos em crescimento.

2.2.3 Proteínas

As rações de frangos de corte devem ser formuladas de modo a fornecer quantidade de aminoácidos necessários para a síntese protéica, já que o consumo excessivo pode reduzir sua eficiência de utilização e aumentar a exigência de aminoácidos essenciais. Isto ocorre devido a proteína em excesso que é catabolizada na forma de ácido úrico, processo de alto custo energético. Assim, se a ave gasta para eliminar o excesso de nitrogênio, deixa de utilizá-la para crescimento e manutenção corporal (Skalan & Plavnik, 2002). Estudos como de Aletor et al. (2000) têm demonstrado que o excesso de proteína bruta na ração podem aumentar o calor metabólico e reduzir o desempenho das aves, além de aumentar a excreção de nitrogênio, e estas consequências podem ser agravadas ainda mais quando as aves se encontram em situações de estresse por calor (Oliveira et al., 2010). Desta forma, autores como Cheng et al. (1997) propuseram redução do teor protéico nas dietas para frangos mantidos em elevadas temperaturas. Silva et al. (2003) adotando esta técnica observaram aumento da percentagem de gordura na carcaça de frangos. Entretanto Faria Filho et al. (2006), Oliveira Neto & Oliveira (2009) e Bregendahl et al. (2002) citaram piora no desempenho de frangos mantidos em estresse por calor e baixo teor de proteína na dieta.

Noblet et al. (2001) testaram diferentes níveis de proteína e gordura na dieta para avaliar a produção de calor de suínos. Verificou-se redução na produção de calor quando as dietas tinham menor teor de proteína ou quando adicionava-se gordura. Os autores concluíram que a utilização de energia é melhorada quando os níveis de proteína são reduzidos e quando coloca-se

gordura na dieta, indicando superioridade do sistema de EL em relação à EM ou ED. Já Buyse et al. (1992) verificaram que dietas com 15% de proteína geraram mais calor em frangos de corte comparadas aquelas com 20% de proteína. Os autores relacionam estes resultados ao aumento do nível do hormônio triiodotironina (T3) nas aves alimentadas com baixa proteína. De acordo com Carew et al. (1997) as deficiências de aminoácidos podem aumentar concentrações plasmáticas de T3 e conseqüentemente a produção de calor das aves alimentadas com baixa proteína. Entretanto os pesquisadores citam que embora a deficiência de aminoácidos gere efeitos individuais no T3, os mecanismos metabólicos que geram essa reação são desconhecidos.

Além da quantidade de proteína bruta adicionada a dieta, Nieto et al. (1995) relatam que a qualidade da proteína também pode afetar a utilização da EM para manutenção e na partição da mesma entre proteína e gordura corporais.

De acordo com Noblet & Henry (1993) o conteúdo de EL expresso como percentagem da EM corresponde a eficiência de utilização da EM para EL e a composição da dieta possui influencia direta sobre o conteúdo de EL desta. Noblet et al. (1994) verificaram a eficiência de utilização da EM para EL dos diferentes nutrientes, verificando menor valor para proteína (72%) quando comparados a sacarose e amido (80 e 82% respectivamente). De Groote (1974) trabalhando com aves encontrou a eficiência para proteína de 60%. Estes valores menores para proteína em comparação a amido e as gorduras se deve ao fato da proteína apresentar maior incremento calórico e desta forma gerar menor EL. Van Milgen et al. (2001) em estudos com suínos estimaram as eficiências da utilização da proteína para manutenção foi de 84%, já para reservas corporais foi de 52%. A eficiência máxima teórica determinada por estequiometria por Noblet e Henry (1991) para as proteínas foi de 70%, já a eficiência marginal determinada por Kielanowski (1971) com suínos ficou entre 55 e 65%. Schiemann et al. (1972) citado por Noblet e Henry (1993) em pesquisa com suínos em terminação obtiveram valor de eficiência de proteína 52% e Noblet et al. (1989) de 54%. Noblet et al. (1989) citado por Noblet e Henry (1993) também relataram efeito negativo da proteína bruta na eficiência de utilização da EM para suínos em crescimento.

2.3 Efeito da restrição e frequência alimentar sobre o desempenho e utilização da energia em dietas para frangos de corte

O desempenho de frangos de corte tem aumentado velozmente nos últimos 30 anos devido à genética, nutrição e ambiente controlado. Este crescimento foi acompanhado por um aumento na deposição de gordura na carcaça, mortalidade e doenças metabólicas (Zubair & Leeson, 1996). Estas situações são freqüentemente observadas com aves que possuem o consumo a vontade (Robinson et al., 1995). Desta forma, programas de restrição alimentar têm sido utilizados para reduzir os problemas gerados pelo excesso de consumo. Estes programas dependem de um fenômeno chamado crescimento compensatório para que o animal possa atingir peso de mercado semelhante ao grupo controle. O crescimento compensatório é definido como rápido crescimento anormal relativo a idade após o animal passar por uma retardação no crescimento em períodos anteriores devido a restrição (Sahraei,

2012).

Robinson et al. (1991) observaram aumento de 700 g no peso corporal de aves alimentadas à vontade, em relação aquelas restritas, entretanto, 62% deste excesso de peso estava em forma de gordura. Demir et al. (2004) restringiram o consumo de um grupo de frangos de corte por 8 horas e de outro por 16 horas em diferentes idades e concluíram que a retirada da ração por 16 horas foi eficaz para prevenir a mortalidade sem afetar o ganho de peso e a eficiência alimentar. Boekholt et al. (1994) alimentaram frangos de corte com 60 e 100% da energia recomendada para estes animais. Quando o consumo de energia foi mais alto observou 85% de deposição de gordura e 15% de proteína. Entretanto quando o consumo de energia foi restrito, a gordura foi mobilizada enquanto proteína foi depositada.

Pinchasov & Galili (1990) em pesquisas com frangos de corte observaram que a exigência de energia das aves em restrição é consideravelmente mais baixa. De acordo com Yu & Robinson (1992) a energia que suporta o crescimento compensatório após um período de restrição, vem de uma reduzida exigência de energia para manutenção relacionada ao menor peso corporal e adaptação metabólica no período de restrição. Desta forma, a redução dos custos de manutenção no período restrito permitirá maior energia para crescimento e alimentação no período de crescimento compensatório (Mazzuco et al., 2000). Forsum et al. (1981) observam menor produção de calor e taxa metabólica basal em ratos restritos em comparação aqueles que receberam a dieta a vontade. Neste mesmo estudo, animais em restrição mobilizaram mais proteína e menos gordura comparado aos demais.

A restrição alimentar pode ser qualitativa, quando se diminui os nutrientes da dieta, ou quantitativa, quando reduz o volume de alimento consumido (Jang et al., 2009). Pesquisas que utilizam a restrição quantitativa têm sido realizadas com o intuito de verificar qual o melhor período desta refeição, no início da manhã ou no fim da tarde, ou a divisão da oferta da dieta em mais de uma refeição diária (Savory & Maros, 1993; Savory & Kostal, 1996; Samara et al., 1996; Backhouse & Gous, 2006). De acordo com Backhouse & Gous (2006) para definir o melhor período de alimentação das aves reprodutoras, poedeira ou frangos de corte deve-se levar em consideração aspectos de produção que interagem com o horário de alimentação como desempenho, eficiência reprodutiva, padrões de comportamento, qualidade de casca, eclodibilidade, temperatura, bem estar e fatores de manejo.

Samara et al. (1996) avaliaram a interação entre o período de alimentação e a temperatura ambiental em matrizes. Os autores forneceram alimento uma única vez às 07:00 horas ou às 18:00, ou dividiram refeição em duas vezes ao dia (metade 07:00 horas e metade 18:00 horas) e observaram redução de consumo das aves alimentadas duas vezes ao dia em temperaturas mais elevadas. Savory & Kostal (1996) também estudando matrizes, ofereceram o alimento restrito uma vez ao dia (09:00 ou 13:00 horas) por um período de 10 minutos. A diferença de comportamento antes e após a alimentação foi independente do horário de alimentação. Antes de receber o alimento as aves colocavam a cabeça para fora da gaiola e ficavam inquietas, bicando a gaiola e bebendo água. Após o consumo de ração este comportamento diminuía. Estes resultados concordam com pesquisas de

Savory e Maros (1993) e Jong et al. (2005) que verificaram aumento da atividade física de aves restritas em relação aquelas que recebiam ração à vontade.

Balnave (1977) observou que poedeiras que receberam alimentação restrita no período da tarde melhoraram a produção de ovos em 4% quando comparadas as aves que receberam a refeição pela manhã.

Furlan et al. (2002) testaram três tipos de arraçoamento para frangos de corte: a vontade durante 24 horas, à vontade das 7 às 19 horas e à vontade das 19 às 7 horas. O período de alimentação das aves (12 horas) reduziu seu peso, contudo aquelas alimentadas a noite consumiram menos e apresentaram melhor conversão alimentar. Aves arraçadas por 12 horas, independentemente do período apresentaram maior quantidade de gordura na carcaça. Assim, pode-se concluir que as aves não foram capazes de manter o consumo de alimento compatível com seu desenvolvimento, prejudicando o desempenho produtivo e composição de carcaça.

Hownie et al. (2009) avaliaram o comportamento alimentar de frangos de diferentes linhagens comerciais selecionados para distintas taxas de crescimento. Observou-se que as aves selecionadas para crescimento rápido tiveram refeições maiores e mais longas e que isto pode estar relacionado a seleção destes animais. Barbato et al. (1980) verificaram que aves selecionadas para maior peso tiveram maior quantidade de visitas ao comedouro quando comparado às aves selecionadas para menor peso, embora não tenham observado diferença no consumo de ração a cada refeição. De acordo com Savory (1975) frangos de corte convertem seu alimento em ganho de peso corporal mais eficientemente que as poedeiras, pois gastam menos tempo se alimentando e mais tempo descansando, desta forma, desviam mais energia do alimento para crescimento. Já Apeldoorn et al. (1999) observaram o efeito da luz contínua (23 horas de luz e uma hora de escuro) e luz intermitente (uma hora de luz para três horas de escuro) no metabolismo energético de frangos de corte. O estudo mostrou que a conversão alimentar foi melhor com a luz intermitente, o que está relacionado a maior metabolizabilidade e menor gasto de energia gasta com atividade física, comparado aos animais que permaneceram em luz contínua.

Portanto, tanto poedeiras, como matrizes e frangos de corte, cada categoria em sua forma de manejo, pode sofrer alterações de metabolismo e comportamento conforme o manejo alimentar oferecido a elas, sugerindo a necessidade de mais estudos neste assunto.

3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

Neste trabalho foram avaliadas as seguintes hipóteses:

1- Dietas com diferentes fontes de fibra ou diferentes níveis e fontes de proteína, formuladas por diferentes sistemas de energia (energia metabolizável aparente – EMA - ou energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio- EMAn) quando ofertadas a frangos de corte em crescimento, podem afetar a utilização da energia metabolizável e líquida pelos mesmos.

2- O oferecimento da dieta uma ou duas vezes ao dia pode afetar a partição de energia.

3- Há relações entre diferentes fontes de fibra, diferentes níveis e fontes de proteína das dietas e oferta de alimento uma ou duas vezes ao dia, com a disponibilidade da energia para frangos de corte, nos sistema de energia – energia metabolizável e energia líquida

Foram objetivos do trabalho:

- Medir a partição da energia metabolizável da dieta de diferentes fontes de fibra, de alta (inulina), baixa (celulose) ou intermediária (farelo de trigo) fermentabilidade, utilizando frangos de corte em crescimento.

- Avaliar a partição da energia metabolizável em frangos de corte recebendo diferentes níveis e fontes de proteína na dieta, em desenho experimental ajustado para minimizar os efeitos do consumo efetivo de energia e aminoácidos limitantes sobre a resposta animal.

- Verificar se o método de formulação das dietas experimentais, usando a EMA ou a EMAn como referência, interfere na partição da energia metabolizável da dieta.

- Avaliar a partição de energia metabolizável em frangos de corte recebendo a dieta uma ou duas vezes ao dia.

- Obter parâmetros de partição da energia metabolizável da dieta, basicamente para manutenção, retenção (como gordura e proteína corporais) e incremento calórico, usando a técnica de abate comparativo.

CAPÍTULO II

**Efeito de diferentes fontes de fibra sobre a partição da energia
metabolizável para frangos de corte**
**Effect of different sources of fiber in the partition of metabolizable energy
for broilers**

Luciane Bockor¹, João Dionísio Henn^{1,2}, Rita de Albernaz Gonçalves da Silva³,
Marcia de Souza Vieira¹, Julio Cezar Dadalt⁴, Alexandre de Mello Kessler⁵

¹ Alunos de doutorado do Programa de os Graduação em Zootecnia da UFRGS

² Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC.

³ Professora do Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul

⁴ Aluno de doutorado da Programa de Pós Graduação em Nutrição e Produção da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

⁵ Professor do Departamento de Zootecnia da UFRGS

RESUMO: A fibra da dieta é considerada um diluente ou fator antinutricional na dieta de aves. Neste trabalho avaliou-se o efeito de fontes de fibra de diferentes fermentações na partição da energia metabolizável para frangos de corte. Foram utilizados 80 frangos de corte Cobb 500[®] com 25 dias de idade alojados em gaiolas metabólicas. Quatro animais foram abatidos no início do experimento para realização do abate comparativo. Setenta aves foram alocadas aos tratamentos, sendo 7 aves/tratamento, mantidas em gaiolas metabólicas. Outras seis aves também permaneceram em gaiolas metabólicas recebendo quantidade de ração necessária para manutenção. Foi utilizado um esquema fatorial 2x5, com dois níveis de alimentação (restrito e à vontade) e 5 dietas (dieta controle com 5% de adição de caulim, dieta controle + 5% de inulina, dieta controle + 5% de celulose, dieta controle + 5% da mistura de celulose e inulina e dieta com inclusão de 11% farelo de trigo) e. O nível de alimentação restrita foi determinado com base no peso metabólico (PM, kg^{0,75}) e na energia metabolizável aparente calculada, sendo a taxa teórica adotada para o peso vivo diário equivalente a uma oferta diária de 220 kcal EM/kg PM. Foram avaliadas respostas de desempenho, composição corporal, metabolizabilidade, tempo de trânsito da digesta, energia metabolizável

aparente (EMA), EMA corrigida para nitrogênio, retenção de nutrientes e balanço energético. As fontes de fibra avaliadas não afetaram o desempenho, composição corporal, tempo de trânsito da digesta, o consumo de energia bruta e proteína bruta, assim como os ganhos de nutrientes e água corporais. O coeficiente de metabolizabilidade da proteína foi maior para a dieta com celulose e coeficiente da energia bruta foi similar para dieta controle, com celulose ou inulina. Valores de EMA e EMAn foram mais elevados para as dietas com inulina e celulose. A energia líquida e metabolizável de manutenção não foram afetadas pelas fontes de fibra, assim como a eficiência de utilização da energia metabolizável. A dieta com a fonte de fibra de alta fermentação, inulina, elevou o valor da energia metabolizável e líquida das dietas.

Palavras-chave: Celulose, energia líquida, farelo de trigo, inulina, metabolismo

ABSTRACT: The dietary fiber is considered an anti-nutritional factor or diluent in the diet of broilers. This study evaluated the effect of sources of fiber of different fermentation in the partition of metabolizable energy for broilers. Eighty broilers Cobb 500[®] 25 days old housed in metabolic cages were used. Four animals were slaughtered at the beginning of the experiment to perform comparative slaughter. Seventy broilers were allocated to treatments, with 7 broilers/treatment, maintained in metabolic cages. Another six broilers also remained in metabolic cages receiving amount of feed required for maintenance. It was used a 2x5 factorial arrangement with two feeding levels (restricted and *ad libitum*) and five diets (control diet with 5% addition of kaolin, control diet + 5% inulin, control diet + 5% cellulose, control diet + 5% mixture of cellulose and inulin and diet with inclusion of 11% wheat bran). The restricted feeding level was determined based on the metabolic weight (MW, kg^{0,75}) and in the calculated apparent metabolizable energy, being the theoretical rate adopted for the daily live weight equivalent of a daily supply of 220 kcal / kg MW. Responses of performance, body composition, metabolizability, digesta transit time, apparent metabolizable energy (AME), AME corrected for nitrogen, nutrients retention and energy balance were evaluated. The fiber sources did not affect the performance, body composition, digesta transit time, energy and

crude protein consumption, as well as nutrients and water gains body. The protein metabolizability coefficient was higher for the cellulose diet and gross energy coefficient was similar to the control, cellulose or inulin diets. AME and AMEn values were higher for inulin and cellulose diets. The metabolizable and net energy for maintenance were not affected by fiber sources, as well as the utilization metabolizable energy efficiency. The diet with fiber source of high fermentation, inulin, increased the concentration of metabolizable energy and liquid diets.

Keywords: cellulose, net energy, wheat bran, inulin, metabolism

INTRODUÇÃO

Ingredientes de origem vegetal geralmente utilizados nas dietas de frangos de corte contém uma quantidade significativa de fibras (Hetland & Svihus, 2001). Estas irão interferir no metabolismo, digestibilidade de nutrientes e balanço energético das aves conforme sua origem e sua composição, que determinarão suas propriedades físico químicas e, desta forma, seus efeitos nos animais (Montagne et al., 2003). Jorgensen et al. (1996) compararam a utilização de três diferentes fontes de fibras na dieta para frangos de corte e relataram que os efeitos na digestibilidade e no desenvolvimento do trato digestório foi influenciado pela fonte de fibra testada.

Diversas pesquisas apontam a fibra como um fator antinutricional para aves, além de ser um componente diluidor da dieta (Jorgensen et al., 1996; Bach Knudsen et al., 2001; González-Alvarado et al., 2010). De acordo com Hetland et al. (2004) as fibras insolúveis afetam as funções intestinais e modulam a digestão dos nutrientes. Assim, a digestibilidade do amido se torna maior e a taxa de passagem da digesta mais rápida. O efeito da fibra insolúvel nas funções do intestino resulta da sua capacidade de acumulação na moela, que parece regular a taxa de passagem da digesta e a digestão de nutrientes. Por outro lado há indicações de que as fibras insolúveis auxiliam a prevenir o canibalismo em poedeiras (Hartini et al., 2002). As fibras solúveis, por outro lado, podem elevar a viscosidade da digesta no intestino delgado reduzindo a

digestibilidade e absorção de outros nutrientes (Hetland et al., 2004).

Segundo Jiménez Moreno et al. (2009) a inclusão de fibra na dieta modifica a estrutura física da dieta e as propriedades químicas da digesta, o que afeta o desenvolvimento e o pH de diferentes órgãos do trato gastrointestinal. Conseqüentemente a fibra da dieta influencia no tamanho dos órgãos, no consumo, na utilização de nutrientes e da energia e no desempenho das aves (Sklan et al., 2003; Hetland et al., 2003; Amerah et al., 2009).

O efeito de diferentes fontes de fibra na produção de calor deve gerar distintos efeitos nas aves e conseqüentemente sobre os valores de energia líquida dos alimentos fibrosos (Sarmiento-Franco et al., 2000). Wenk (2001) cita que rações com elevada quantidade de polissacarídeos não amiláceos possuem uma menor energia metabolizável, e devido a distensão da parede estomacal causam uma sensação de saciedade antes de alcançar o nível de ingestão da energia em animais em crescimento, resultando em queda de consumo.

Já para Warpechowski (2005) componentes não digestíveis da fibra podem alterar o efeito térmico do alimento, pois com o aumento no nível de fibra de grãos e seus subprodutos nas dietas de frangos de corte, a relação entre a energia líquida e a metabolizável foi reduzida. Sarmiento-Franco et al. (2000) observaram diferença no incremento calórico de galos consumindo dois alimentos fibrosos, o que foi atribuído a diferenças no efeito térmico do alimento devido a efeitos fisiológicos e mecânicos diferentes de cada fonte de fibra sobre o trato digestório das aves. O mesmo foi observado por Jorgensen et al. (1996) que observaram diferenças devido ao nível e fonte de fibra sobre a produção de calor de frangos, efeito parcialmente atribuído a diferenças no efeito térmico do alimento.

Assim, o presente trabalho busca avaliar as relações de diferentes fontes de fibra adicionadas às dietas, com a disponibilidade da energia para frangos de corte, levando em consideração os sistemas de energia metabolizável e de energia líquida.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos usados neste experimento foram aprovados

pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, projeto cadastrado sob o número 22582.

O estudo foi realizado no Laboratório de Ensino Zootécnico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 80 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb 500[®], de 25 a 36 dias de idade, alojados em gaiolas metabólicas individuais. Quatro animais foram abatidos no início do experimento para realização do abate comparativo. Setenta aves foram alocadas aos tratamentos, sendo 7 aves/tratamento, mantidas em gaiolas metabólicas. Outras seis aves também permaneceram em gaiolas metabólicas recebendo quantidade de ração necessária para manutenção. Os animais foram mantidos em sala climatizada, com água a vontade. Foi utilizado em esquema fatorial 2 x 5, com dois níveis de alimentação e 5 dietas em um delineamento inteiramente casualizado, sendo sete aves por tratamento e cada ave uma repetição.

Cinco dietas experimentais foram fornecidas as aves, variando a fonte de fibra adicionada, sendo formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais na fase de crescimento (25 – 36 dias de idade), seguindo aproximadamente as recomendações de Rostagno et al. (2005) (Tabela 1). As dietas foram fornecidas aos animais na forma peletizada, de maneira a evitar efeito do tamanho e densidade de partícula sobre o consumo. Foram formados dez grupos de animais recebendo diferentes tratamentos de acordo com a quantidade da dieta e a fonte de fibra fornecida aos animais. Cinco tratamentos receberam as seguintes dietas à vontade: dieta controle com substituição de 5% de caulim, dieta controle com substituição de 5% de inulina purificada, dieta controle com substituição de 5% de celulose purificada, dieta controle com substituição de 5% da mistura de 50% de inulina purificada + 50% de celulose purificada, dieta com a inclusão de 11% de farelo de trigo. Outros cinco tratamentos receberam as mesmas dietas, entretanto com restrição quantitativa.

A oferta da dieta restrita foi baseada no peso metabólico (PM, $\text{kg}^{0,75}$) e na energia metabolizável aparente calculada. A quantidade de alimento foi ajustada diariamente considerando um ganho de peso linear entre os 25 e 36

dias de idade. A taxa teórica adotada para o peso vivo diário das aves em restrição foi equivalente a uma oferta diária de 220 kcal EM/kg PM, sendo intermediária entre a oferta de manutenção e a oferta à vontade. Além disso, 6 aves receberam quantidade de ração necessária para manutenção, para estimar o intercepto das equações de retenção de energia. A taxa teórica adotada para peso vivo diário para os animais em manutenção foi de 140 kcal EM/kg PM (Sakomura et al., 2005). As dietas oferecidas nos níveis de manutenção e restrita foram fornecidas duas vezes ao dia, uma no período da manhã (9:00 horas) e outra no período da tarde (17:00 horas).

Tabela 1. Composição da dieta controle e da dieta com inclusão de farelo de trigo

Ingredientes	Dieta controle	Dieta com inclusão de farelo de trigo
	(%)	(%)
Milho	54,88	52,51
Farelo de soja 44%	31,97	28,45
Farelo de trigo	-	11,00
Caulim	0,05	-
Óleo de soja	4,53	4,45
Calcário calcítico	0,90	0,99
Fosfato Bicálcico	1,67	1,51
Sal	0,46	0,46
L-Lisina. HCl	0,18	0,23
DL - Metionina	0,20	0,20
Monensina sódica (40%)	0,02	0,02
Cloreto de Colina (60%)	0,05	0,04
Premix vitamínico ⁽¹⁾	0,03	0,03
Premix mineral ⁽²⁾	0,06	0,06
Composição calculada		
Energia metabolizável (kcal/kg)	3000	3000
Proteína bruta (%)	19,00	19,00
Cálcio (%)	0,82	0,82
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40
Sódio (%)	0,20	0,20
Lisina digestível (%)	1,13	1,14
Metionina+Cistina digestível (%)	0,80	0,81
Arginina digestível (%)	1,24	1,24
Triptofano digestível (%)	0,25	0,25
Treonina digestível (%)	0,79	0,77
Valina digestível (%)	0,80	0,78
Colina (mg/kg)	1400	1400
Na+K+Cl (mEq/kg)	198,86	175,78

¹Premix mineral (por kg): manganês, 150,000 mg; zinco, 100,000 mg; ferro, 80,000 mg; cobre, 15,000 mg; iodo, 1,200 mg; selênio, 700 mg.²Premix vitamínico (por kg): vitamina A, 23,200 kIU; vitamina D, 5,600 kIU; vitamina E, 52,000; vitamina K, 6,000 mg; vitamina B1, 6,000 mg; vitamina B2, 18,000 mg; vitamina B6, 9,000 mg; vitamina B12, 40,000 µg; ácido pantotênico, 44,000 mg; niacina, 132,000 mg; ácido fólico, 2,400 mg; biotina, 200,000 µg.

A adição das fontes de fibra, foram baseadas na fibra total da dieta fornecida por cada fonte. A inulina e celulose, fontes puras (inulina ORAFIT[®] e celulose ARBOCEL[®] BWW40), com aproximadamente 100% de fibra total da dieta, foram adicionadas no nível de 5%. O farelo de trigo, analisado em outro trabalho (Fischer et al., 2012), apresentou aproximadamente 46% de FDT. Desta forma para igualar-se as demais dietas no nível de fibra total da dieta (5%) foi incluído na proporção de 11%.

Aos 21 dias de idade, as aves após passarem por um período de adaptação às dietas (3 dias), foram pesadas e acondicionadas nas gaiolas metabólicas, sendo quatro aves abatidas, retiradas suas penas e conteúdo de vísceras para estimar o conteúdo corporal inicial de proteína e energia. A quantidade de ração fornecida foi registrada diariamente para avaliação do consumo dos animais. As excretas foram recolhidas diariamente, por todo o período (11 dias), até as aves atingirem 36 dias de idade.

Para determinação do tempo de trânsito da digesta, aos 10 dias de experimento foi fornecido aos animais 0,5% de óxido de ferro na dieta. As aves receberam as dietas sem passar por um período de jejum e o tempo de trânsito foi registrado como o tempo em minutos entre o fornecimento e o aparecimento de marcador nas excretas

No último dia todos os frangos foram pesados e sacrificados por deslocamento cervical. As penas foram removidas e quantificadas por diferença. O trato digestório foi cuidadosamente limpo e pesado juntamente com o restante da carcaça, sendo ambos congelados juntos para posterior moagem e amostragem e determinação do balanço energético e da retenção de proteína e gordura.

As carcaças congeladas foram cortadas em pedaços e moídas em moedor de carne industrial, até a obtenção de uma massa homogênea. Dessa massa retirou-se uma alíquota de aproximadamente 300 g para secagem em estufa de ar forçado a 60° C e posterior moagem em moinho de bolas e demais análises laboratoriais. As retenções de proteína bruta, gordura bruta e energia bruta foram determinadas por diferença entre a composição corporal determinada no momento do abate e a composição corporal inicial, estimada

através dos valores médios da composição das aves testemunhas e o peso inicial das aves teste. As análises proximais foram realizadas segundo a AOAC (1995) para matéria seca (105°C durante 24 horas, método 930.15;), cinzas (600°C por 5 horas, método 942.05), proteína bruta (usando procedimento de Kjeldahl com destilador de nitrogênio TECNAL, modelo TE-036/2, método 954.01), gordura bruta (extração com éter etílico, procedimento de Soxhlet, método 920.39) e energia bruta (calorímetro isoperibólico - modelo C2000 - IKA Werke GmbH & Co. KG, Staufen, Alemanha).

Respostas de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta foram avaliadas. Para isso foram realizadas nas dietas e nas excretas análises de matéria seca, proteína bruta (AOAC, 1995) e energia bruta (calorímetro isoperibólico - modelo C2000 - IKA Werke GmbH & Co. KG, Staufen, Alemanha).

O teor de energia metabolizável das dietas experimentais (EM, kcal/kg MS) foi calculado para cada ave com base no coeficiente de metabolizabilidade da energia. A energia líquida de manutenção (ELm, kcal/kg PV^{0,75}/dia) e a eficiência de retenção da energia metabolizável (k_0) foram determinadas para cada dieta por meio de regressão linear entre o consumo de EM (EMc, kcal/kg PV^{0,75}/dia) e a energia retida total (ERT, kcal/kg PV^{0,75}/dia). A energia metabolizável de manutenção (EMm, kcal/kg PV^{0,75}/dia) foi calculada para cada dieta pela razão entre ELm e o respectivo k_0 . O teor de energia líquida de cada dieta experimental (EL, kcal/kgMS) foi calculado pela multiplicação do valor de EM médio dos níveis 1 e 2 de consumo, pelo respectivo k_0 obtido para a dieta.

As respostas foram submetidas a análise de variância por meio do software estatístico Statgraphics Plus 4.1 (Manugistics, 1997). A comparação entre médias foi realizada pelo teste estatístico Student-Newman-Keuls (SNK) ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de desempenho não foram influenciados pelas fontes de fibra adicionadas a dieta (Tabela 2). As diferenças no consumo de matéria seca refletem o nível de arraçoamento adotado. Da mesma forma Amerah et al. (2009) não encontraram diferença no ganho de peso e conversão alimentar de

frangos de corte que receberam dietas diluídas com trigo integral em relação a dieta controle, entretanto quando celulose foi adicionada a dieta observou-se maior consumo e melhor conversão alimentar.

Hetland et al. (2003) também verificaram que a diluição da dieta para frangos de corte com casca de aveia não influenciou o ganho de peso e o consumo, contudo melhorou a conversão alimentar. Shakouri et al. (2006) e Svihus & Hetland (2001) relataram que a diluição de dietas para frangos de corte com celulose aumentou o consumo das aves, o que não foi observado no presente estudo.

TABELA 2. Desempenho dos frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais

Dietas	Peso Inicial (g)	Peso final (g)	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar
Efeito da fonte de fibra					
Controle	1318,07	2142,36	824,28	1463,79	1,84
Inulina	1350,43	2161,07	810,64	1469,14	1,91
Celulose	1354,01	2179,83	825,82	1504,00	1,89
Inulina+ celulose	1324,50	2209,07	884,57	1523,14	1,79
Farelo de trigo	1308,50	2139,50	831,00	1476,36	1,85
Efeito do nível de consumo					
À vontade	1326,69	2387,14 ^a	1060,46 ^a	1697,57 ^b	1,61
Restrito	1335,52	1945,59 ^b	610,07 ^b	1277,00 ^a	2,11
Probabilidade					
Fonte	0,667	0,586	0,352	0,559	0,336
Consumo	0,705	<0,001	<0,001	< 0,001	<0,001
Interação	0,768	0,865	0,876	0,559	0,838
SEM	0,09	127,57	100,57	108,66	0,16

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

Nabizadeh (2012) verificou que a adição de até 1% de inulina na dieta de frangos de corte elevou o ganho de peso corporal mas não interferiu no consumo e na conversão alimentar destes animais. Já Biggs et al. (2007) verificaram que 0,8% de inulina diminuiu o desempenho, a digestibilidade de aminoácidos, bem como a energia metabolizável das dietas. De acordo com Zentek et al. (2003) devido ao fato da inulina possuir ligações glicosídicas β (2 \rightarrow 1) ela é resistente a enzimas digestivas e desta forma promove o crescimento de bactérias benéficas como *Bifidobacteria* e *Lactobacillus* no

intestino, reprimindo as bactérias patogênicas e melhorando o desempenho do animal. Warpechowski (2005) cita que em geral o ganho de peso e a conversão alimentar das aves pioram com a elevação da fibra da dieta. Além disso, o autor verificou melhor ganho de peso e conversão alimentar para dietas a base de milho e arroz e piores para dietas a base de cevada.

Na avaliação da composição corporal dos animais também não observou-se diferença significativa entre as fontes de fibra testadas, apenas para os diferentes níveis de consumo, não havendo interação entre os fatores (Tabela 3). Shahin & Abdelazim (2005) relataram que aves alimentadas com dietas contendo alta fibra (8%) apresentaram menos percentagem de gordura e mais músculo em relação aquelas que receberam menor conteúdo de fibra na dieta. Estes dados corroboram a pesquisa de Shahin & Abdelazim (2006) que observaram considerável redução da gordura na carcaça de aves alimentadas com dietas contendo 3% de celulose ou pectina na dieta.

Yang et al. (2003) trabalharam com níveis crescentes de ingredientes fibrosos (subprodutos do chá verde) em dietas para frangos de corte e verificaram redução da proteína bruta e aumento da gordura na carcaça com a adição do subproduto na dieta. Lopes et al. (2011) relataram que a inclusão de níveis crescentes de levedura de cana de açúcar na dieta de pintos de corte promoveu menor retenção corporal de proteína bruta, enquanto a retenção de gordura foi crescente.

Henry et al. (2001) utilizaram pintos de corte para avaliar dietas contendo farelo de algodão e suplementadas com lisina e observaram desempenho semelhante as aves que consumiram farelo de soja, porém com maior gordura na carcaça. Os autores relataram que estes resultados podem estar associados a relação do alto nível de energia com a proteína ou com os aminoácidos ou, ainda, com teor de fibra bruta do farelo de algodão, atuando sobre a densidade energética. Segundo Ferreira (1994), um maior nível de fibra na dieta é capaz de diluir a concentração energética e o valor da energia metabolizável. De outra forma, um nível baixo de fibra em uma dieta de elevada energia, disponibiliza uma maior quantidade de calorias, permitindo um acúmulo maior de gordura.

TABELA 3. Composição química corporal* e percentagem de penas dos frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais.

Tratamentos	MS ¹ TOTAL (%)	PB ² (%)	EB ³ (kcal/kg)	GB ⁴ (%)	CZ ⁵ (%)	Penas (%)
Efeito da fonte de fibra						
Controle	31,27	56,56	6579,76	35,02	8,25	4,60
Inulina	32,51	54,40	6710,72	37,75	7,68	4,38
Celulose	31,90	55,57	6599,61	36,28	8,07	4,64
Inulina+ celulose	31,81	55,77	6646,78	37,32	7,88	4,45
Farelo de trigo	31,88	54,33	6669,31	37,65	7,97	4,30
Efeito do nível de consumo						
À vontade	32,61 ^a	53,63 ^b	6740,10 ^a	39,62	7,45 ^b	4,39
Restrito	31,14 ^b	57,03 ^a	6542,37 ^b	35,44	8,49 ^a	4,55
Probabilidade						
Fonte	0,3171	0,096	0,462	0,129	0,182	0,584
Consumo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,294
Interação	0,751	0,444	0,963	0,735	0,5825	0,348
SEM	1,50	2,47	205,60	3,02	0,62	0,63

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$)

¹ Matéria seca total, ² proteína bruta, ³ energia bruta, ⁴ gordura bruta, ⁵ cinzas.

*Valores na matéria seca

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS) diferiu entre a dieta controle e as demais dietas, mas não entre fontes de fibra. Já o coeficiente de metabolizabilidade da proteína (CMPB) diferiu significativamente entre os ingredientes farelo de trigo e celulose e a dieta controle (Tabela 4). A metabolizabilidade da energia bruta foi semelhante entre as fontes, entretanto diferiu entre a dieta controle e as fontes farelo de trigo e a mistura de celulose e inulina. O menor CMMS na dieta controle pode ser atribuído a presença do material inerte (caulim). Assumindo que o caulim é indisponível para os animais, haverá maior teor de matéria seca nas excretas (Pucci et al., 2003), o que é comprovado pela maior quantidade de matéria seca excretada neste tratamento.

O efeito depressivo da fibra e principalmente dos polissacarídeos não amiláceos (PNA) presentes na dieta sobre o aproveitamento de outros nutrientes irá depender do seu nível, fonte e composição (Freire et al., 2000). Em geral, um aumento de PNA na dieta afeta a digestibilidade e taxa de absorção de nutrientes como amido, proteínas e gordura (Choct et al., 2010). Jimenez-Moreno et al. (2010) testaram três tipos de fibra nas dietas de frangos

de corte na fase inicial e observaram que a inclusão de fibra aumentou a retenção aparente de nitrogênio e amido e que este efeito foi mais pronunciado para casca de aveia em comparação a celulose e polpa de beterraba. Estes dados contrariam o presente estudo, onde a maior retenção de nitrogênio foi para as fontes celulose e inulina.

TABELA 4. Coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e energia bruta (CMEB) e tempo de trânsito da digesta (TTD) dos frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais

Tratamentos	CMMS (%)	CMPB (%)	CMEB (%)	TTD (minutos)
Efeito da fonte de fibra				
Controle	65,36 ^b	58,75 ^b	75,36 ^a	224
Inulina	68,53 ^a	60,63 ^{ab}	74,34 ^{ab}	212
Celulose	68,64 ^a	64,15 ^a	74,63 ^{ab}	189
Inulina+ celulose	67,39 ^a	61,12 ^{ab}	73,13 ^b	208
Farelo de trigo	68,17 ^a	58,81 ^b	73,19 ^b	227
Efeito do nível de consumo				
À vontade	67,68	60,84	74,16	223 ^a
Restrito	67,55	61,19	74,10	187 ^b
Probabilidade				
Fonte	0,005	0,010	0,039	0,171
Consumo	0,827	0,723	0,909	<0,001
Interação	0,548	0,099	0,560	0,215
SEM	2,50	4,17	2,18	33,31

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$)

Jorgensen et al. (1996) incluíram na dieta de frangos fibra de ervilha, farelo de trigo e farelo de aveia. A digestibilidade de todos os nutrientes diminuíram com o aumento da fibra e a aveia foi o ingrediente com menor aproveitamento pelos animais. Esta resposta indica que as paredes celulares da aveia possui um efeito negativo na digestibilidade dos nutrientes celulares, ou seja, proteína e gordura. O farelo de trigo, entre as fontes testadas no atual trabalho, obteve aproveitamento da matéria seca semelhante as demais fontes, entretanto menores coeficientes de proteína bruta em relação a inulina e celulose.

Com relação ao tempo de trânsito da digesta não se observou diferença significativa entre as fontes de fibra de alta, média e baixa fermentação, apenas com os níveis de consumo (Tabela 4). Estes dados são contrários a alguns trabalhos com fibra insolúvel na dieta para frangos de corte que demonstraram

que este tipo de fibra resulta em maior taxa de passagem, fenômeno também relacionado a estrutura física (Cao et al.,1998; Langhout, 1998). Cao et al. (1998) relataram aumento da taxa de passagem com a utilização de celulose na dieta para frangos de corte. Já Hetland & Svihus (2001) acrescentaram casca de aveia grossa e fina à dieta de frangos de corte e observaram taxa de passagem do alimento mais rápida com a aveia grossa, o que está relacionado a estrutura física do ingrediente. Maior taxa de passagem também pode ser verificada com maiores níveis de fibra na dieta, como comprovado pelos trabalhos de Krás (2010) e Warpechowski (1996).

A energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) foram maiores para as fontes celulose e inulina, sendo ambas diferentes das demais. Já a EMA consumida e a proteína bruta consumida não diferiram entre as dietas, apenas entre os níveis de consumo (Tabela 5).

Hetland & Svihus (2001) compararam dietas com aveia e trigo para frangos de corte e verificaram que a primeira apresentou maior EMAn. Já a dieta com aveia comparada a controle teve menor valor de EMAn. No presente estudo o farelo de trigo obteve valores de EMA e EMAn menores que a celulose e inulina o que pode estar relacionado ao seu alto valor de fibra em detergente neutro (12%) . Já Jorgensen et al. (1996) trabalhando com fibra de ervilha, farelo de trigo e farelo de aveia em três diferentes níveis de inclusão, verificaram que a alta fibra na dieta (37,5%), independente da fonte, reduziram a EMA da dieta.

Segundo Carré et al. (1990) os PNA da dieta podem representar até 96% da variação na energia metabolizável, o que confirma a idéia de que a fibra da dieta é um bom preditor do conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte. No estudo de Jorgensen et al. (1996) a energia derivada da fermentação dos PNA foi maior para as dietas de alta fibra. De acordo com os autores a energia parcialmente digestível, disponível para a fermentação dos PNA pode ser calculada levando em consideração as perdas de proteína e gordura nas excretas que inevitavelmente ocorrerão com um aumento do consumo da fibra da dieta. No presente trabalho as fibras de maior e menor

fermentação apresentaram EMA e EMAn mais elevados. Já as fibras de média fermentação tiveram valores menores, semelhantes a dieta controle.

TABELA 5. Energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e energia metabolizável e proteína bruta consumida dos frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais*

	EMA ¹ (kcal/kgMS)	EMAn ² (kcal/kgMS)	EMA consumida ³ (kcal)	PB consumida ⁴ (g)
Efeito da fonte de fibra				
Controle	3402,01 ^b	3237,23 ^b	4519,97	283,28
Inulina	3552,73 ^a	3381,51 ^a	4678,82	282,74
Celulose	3550,89 ^a	3360,18 ^a	4840,94	286,85
Inulina+ celulose	3443,16 ^b	3273,57 ^b	4734,31	290,30
Farelo de trigo	3439,35 ^b	3281,98 ^b	4650,06	274,55
Efeito do nível de consumo				
À vontade	3479,27	3309,09	5350,22 ^a	326,76 ^a
Restrito	3475,99	3304,70	4019,41 ^b	245,78 ^b
Probabilidade				
Fonte	<0,001	<0,001	0,275	0,360
Consumo	0,894	0,848	<0,001	<0,001
Interação	0,572	0,654	0,611	0,575
SEM	102,41	94,62	377,03	20,93

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$)
 1Energia metabolizável aparente, 2 Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio, 3 Energia metabolizável aparente consumida, 4 proteína bruta consumida

* Valores na matéria seca

Segundo Rehman et al. (2008) a utilização de carboidratos fermentáveis como a inulina deve reduzir a concentração de aminas biogênicas, fornecendo a microbiota intestinal um suplemento de energia adicional. Sarmiento Franco et al. (2000) citaram que os componentes solúveis da fibra da dieta são mais susceptíveis a fermentação pelas aves e podem gerar mais energia, o que está de acordo com os resultados da fonte de fibra fermentável, inulina, avaliada neste estudo.

Já Amerah et al. (2009) adicionaram fontes insolúveis de fibra (celulose e maravalha) a dietas com trigo na composição e não observaram influência das diferentes fibras na EMAn. González-Alvarado et al. (2010) trabalharam com fontes solúveis e insolúveis de fibra para frangos de corte e não observaram diferença na EMAn entre as dietas com fibra e a dieta controle, o que não corrobora os dados encontrados no presente trabalho.

Choct (2001) e Annison (1991) relataram que a EMA, a retenção de

nitrogênio e a conversão alimentar de frangos de corte foram reduzidos pelas arabinosilanas presentes no trigo. Os resultados de EMA estão de acordo com os apresentados por Steinfeldt et al. (1998) e com o presente trabalho, em que a dieta com farelo de trigo apresentou menor valor de EMA comparado a outras fontes de fibra como celulose e inulina, o que pode estar relacionado ao conteúdo de arabinosilanas presente neste ingrediente (36,5%).

Não foram observadas diferenças entre os ganhos corporais de proteína bruta, energia bruta, gordura bruta e água, assim como para proteína e energia bruta retida (Tabela 6). Também a energia retida como proteína e gordura não diferiram entre as fontes de fibra avaliadas. Diferentemente, Warpechowski (2005) observou redução linear de consumo e de retenção de energia total e na forma de proteína e gordura quando a fibra da dieta foi elevada. O autor verificou que dietas a base de trigo resultaram na menor eficiência de retenção de energia total e na forma de gordura, enquanto que com a dieta contendo triticale obteve-se a menor eficiência de retenção de energia como proteína. A energia retida total e a energia retida como proteína foram mais altas com a dieta do grupo controle, enquanto a energia retida como gordura foi mais elevada em dietas contendo arroz na formulação. No presente estudo não houve diferença entre a dieta controle e as dietas com diferentes fontes de fibra. Além disso, o farelo de trigo não demonstrou diferença das demais fontes como verificado no estudo de Warpechowski (2005).

No atual trabalho, a inclusão de 5% de fibra total da dieta não alterou o ganho e à retenção de proteína bruta na carcaça, dados estes que se assemelham aos apresentados por Krás (2010) que não observou diferença significativa do teor de fibra da dieta quanto a retenção de proteína bruta. Entretanto, como não foi verificada diferença de consumo de ração, as aves que receberam dieta com baixa fibra apresentaram maior retenção de gordura na carcaça. Jorgensen et al. (1996) relataram que a retenção de gordura em frangos de corte atingiu valor máximo com valor médio de fibra adicionado à dieta (18% vs 0% e 37%), enquanto que a retenção de proteína foi maior com o maior nível de fibra na dieta. Segundo os pesquisadores, o aumento de fibra na dieta alterou a relação entre gordura e proteína para frangos mais leves,

confirmando a susceptibilidade de aves em crescimento a alteração da composição corporal devido a influência da dieta (McLeod, 1990).

Tabela 6. Ganhos corporais de proteína bruta (PB), energia bruta (EB), gordura bruta (GB) e água, e PB e EB retida e energia retida como proteína (ERp) e energia retida como gordura (Erg) para os frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais

	Ganho PB (g)	Ganho EB (kcal)	Ganho GB (g)	Ganho Água (g)	PB retida (%)	EB retida (%)	ERp kcal/kg PV ^{0,75} /dia	ERg kcal/kg PV ^{0,75} /dia
Efeito da fonte de fibra								
Controle	172,87	1779,69	85,71	502,78	60,72	38,23	57,77	46,70
Inulina	171,17	2007,75	111,75	477,70	59,21	41,62	56,41	60,72
Celulose	172,16	1875,52	96,27	492,52	56,86	37,57	56,61	51,33
Inulina+ celulose	179,47	2011,29	106,39	551,15	61,51	41,49	58,98	57,07
Farelo de trigo	158,35	1892,7	106,33	515,51	56,86	39,77	52,96	58,42
Efeito do nível de consumo								
À vontade	208,59 ^a	2517,08 ^a	143,00 ^a	621,26 ^a	63,96 ^a	46,86 ^a	66,32 ^a	75,01 ^a
Restrito	133,02 ^b	1309,71 ^b	59,58 ^b	394,60 ^b	54,10 ^b	32,62 ^b	46,77 ^b	34,69 ^b
Probabilidade								
Fonte	0,124	0,476	0,276	0,123	0,160	0,422	0,170	0,226
Consumo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Interação	0,502	0,840	0,824	0,705	0,066	0,729	0,261	0,827
SEM	20,91	387,58	33,73	75,44	6,09	6,85	6,52	17,66

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

A análise de regressão com comparação de interceptos (energia líquida de manutenção) e inclinações não detectou diferenças significativas entre as dietas avaliadas segundo a fonte de fibra (Tabela 7). Embora sem diferença estatística, a inulina foi a fonte de fibra com maior eficiência de utilização da energia metabolizável (0,80). A energia metabolizável de manutenção também não foi afetada pelas fontes de fibras utilizadas. Dentre as fontes de fibra estudadas a inulina gerou maiores teores de energia metabolizável e líquida das dietas (Tabela 7).

Quando realizou-se a regressão entre a energia retida e energia consumida utilizando intercepto único (dados não apresentados na tabela) a inulina obteve um valor de P < 0,09, demonstrando que a fibra fermentável pode gerar energia líquida e metabolizável de manutenção diferente das demais fontes, o que está relacionado à sua alta fermentabilidade.

TABELA 7. Energia líquida de manutenção (ELm), energia metabolizável de manutenção (EMm), eficiência de utilização da energia metabolizável (k_0), e teor de energia metabolizável (EM) e líquida (EL) obtidas com as dietas experimentais

	ELm (kcal/kg PV ^{0,75} /dia)	EMm (kcal/kg PV ^{0,75} /dia)	k_0	r^2	EP	EM dieta (kcal/kg)*	EL dieta (kcal/kg)*
Efeito da fonte de fibra							
Controle	93,14	125,86	0,74	0,88	20,55	3402,01b	2517,48c
Inulina	103,20	129,00	0,80	0,87	21,52	3552,72a	2842,17a
Celulose	89,73	126,38	0,71	0,89	21,40	3550,22a	2520,50c
Inulina+ celulose	95,91	124,55	0,77	0,86	21,50	3443,16b	2651,23b
Farelo de trigo	91,53	125,38	0,73	0,93	21,49	3439,35b	2510,72c
Efeito do nível de consumo							
À vontade	-	-	-	-	-	3479,27	2609,84
Restrito	-	-	-	-	-	3475,99	2607,26
Probabilidade							
Fonte	>0,05	>0,05	>0,05	-	-	<0,001	<0,001
Consumo	-	-	-	-	-	0,894	0,890
Interação	-	-	-	-	-	0,572	0,599
SEM	-	-	-	-	-	102,41	77,56

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$)
 r^2 = coeficiente de determinação da regressão entre o consumo de energia metabolizável e a energia retida total

EP = erro padrão da regressão

* Valores na matéria seca

Hadorn & Wenk (1996) apresentaram valores de k_0 de 0,712; 0,654; 0,726 e 0,696 para dieta controle e esta diluída com casca de soja, casca de milho e amido respectivamente. Contudo não foi observada diferença significativa entre estes valores, o que corrobora os dados do presente trabalho. Warpechowski (2005) não verificou diferenças na energia metabolizável de manutenção entre diferentes níveis e fontes de fibra ofertadas a frangos de corte, o que, segundo o autor, não foi de acordo com as diferenças observadas na eficiência de utilização da energia metabolizável (k_0) e energia líquida de manutenção.

Krás (2010) relatou que aves alimentadas com dieta de baixa fibra (11% fibra em detergente neutro) apresentam maior disponibilidade de energia metabolizável ingerida, produzindo mais gordura corporal e possuindo maior k_0 . Segundo Noblet et al. (1994) eleva-se o valor de k_0 com a inclusão de gordura e amido na dieta, e reduz-se o k_0 com a adição de fibra ou proteína na dieta, que são nutrientes que geram maior incremento calórico. Esta afirmação

concorda com os dados de Van Milgen et al. (2001) que trabalhando com suínos encontraram valores de k_0 de 0,70, 0,84, 0,52, 0,52 e 0,88 para dieta basal, e esta com adição de amido, glúten de milho, caseína e lipídeos, respectivamente.

Sarmiento-Franco et al. (2000) encontraram valores de k_0 de 0,64 e 0,86 para frangos de corte recebendo dietas com folhas de chaya e trigo respectivamente. As duas dietas apresentaram valores similares de energia bruta, entretanto a dieta com chaya apresentou menor valor de energia metabolizável verdadeira em relação a dieta com trigo. A combinação do baixo valor de energia metabolizável verdadeira e reduzido k_0 , fez com que a chaya apresentasse menor valor de energia líquida em relação ao trigo. No presente estudo o farelo de trigo apresentou o menor k_0 dentre as fontes de fibra avaliadas, apresentando também menor energia líquida.

No presente estudo a fonte de fibra de alta fermentação, inulina, gerou maiores valores de energia metabolizável e líquida da dieta. Já a dieta com celulose apresentou valor de energia metabolizável semelhante aquela com inulina, porém valor de energia líquida similar a dieta controle e com farelo de trigo. Estes resultados evidenciam o efeito positivo da fibra fermentável sobre a energia líquida da dieta, e o efeito negativo da fibra de baixa fermentação para esta mesma resposta. Warpechowski (2005) encontrou maiores valores de energia líquida para dietas com baixa fibra (1,70%). Entre as fontes estudadas pelo autor a dieta com arroz obteve maior valor de energia líquida e aquela com triticales o menor valor. Stewart (2007) não observou diferença entre as fontes de fibra casca de soja e farelo de trigo na energia líquida da dieta para suínos em crescimento ou em terminação.

CONCLUSÕES

A adição de de 5% de celulose, de inulina, da mistura de ambas ou 11% de farelo de trigo em dietas para frangos de corte em crescimento não foi capaz de alterar a energia metabolizável e líquida de manutenção destes animais.

A inclusão de 11% de farelo de trigo não influenciou a energia líquida

das dietas.

A celulose apresentou energia metabolizável semelhante a inulina, mas mais elevada que as demais fontes de fibra.

A mistura das fibras celulose e inulina adicionada a dieta geraram valores de energia metabolizável semelhante ao farelo de trigo, e valores de energia líquida intermediário entre inulina, celulose e farelo de trigo.

A dieta com inulina elevou a concentração de energia metabolizável e líquida da dieta, demonstrando o resultado positivo de sua fermentação pelas aves.

REFERÊNCIAS

ANNISON, G. Relationship between the levels of soluble nonstarch polysaccharides and apparent metabolizable energy of wheats assayed in broiler chickens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.39, p.1252-1256, 1991.

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE; R.G. Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.50, n.3, p. 366-375, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 16 ed. Washington, 1995.1141p.

BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.90, p.3-20, 2001.

BIGGS, P.; PARSONS, C. M.; FAHEY, G. C. The effects of several oligosaccharides on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. **Poultry Science**, v. 86, p.2327–2336, 2007.

CAO, B., KUMAO, T.; KARASAWA, Y. Effects of dietary cellulose levels on growth, nitrogen utilization and retention time of diets at intestine in chicks fed equal amounts of nutrients. In: **Proceedings of the 6th Asian Pacific Poultry Congress**, Nagoya, Japan, pp.402-403, 1998.

CARRE, B.; DEROUET, L.; LECLERCQ, B. The digestibility of cell-wall polysaccharides from wheat (bran or whole grain), soybean meal, and white lupin meal in cockerels, muscovy ducks, and rats. **Poultry Science**, v.69, p. 623-633, 1990.

CHOCT., M. **Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals**. In: Enzymes in farm animal nutrition. M. R. Bedford and G. G. Partridge eds. CABI Publishing, New York, 2001.

CHOCT, M.; DERSJANT-LI, Y.; MCLEISH, J.; PEISKER, M. Soy Oligosaccharides and Soluble Non-starch Polysaccharides: A Review of Digestion, Nutritive and Anti-nutritive Effects in Pigs and Poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, n.10, p.1386 – 1398, 2010.

FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.85-113.

FREIRE, J. P. B.; GUERREIRO, A. J. G.; CUNHA, L. F.; AUMAITRE, A. Effect of dietary fibre source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet. **Animal Feed Science and Technology**, v.87, p. 71-83, 2000.

HADORN, R.; WENK, C. Effect of different sources of dietary fibre on nutrient and energy utilization in broilers 2. Energy and N-balance as well as whole body composition. **Archives wur Geflügelk**, [s.l.], v.60, n.1, p.22-29, 1996.

HARTINI, S.; CHOCT, M.; HINCH, G.; KOCHER, A.; NOLAN, J.V.. Effects of light intensity during rearing, beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production and performance of ISA brown laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.11, p.104-110, 2002.

HENRY, M. H.; PESTI, G. M.; BAKALLI, R. I.; LEE, J.; TOLEDO, R. T.; EITENMILLER, R.; PHILLIPS, R. D. The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine. **Poultry Science**, v.80, p.762–768, 2001.

HETLAND, H.; SVIHUS B. Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.42, p.354–361, 2001.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; KROGDAHL, A. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. **British Poultry Science**, v.44, n.2, p. 275–282, 2003.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p. 415 – 422, 2004.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; COCA-SINOVA, A.; LÁZARO, R.; MATEOS, G.G. Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v.154, p.93–101, 2009.

JIMENEZ-MORENO , E.; GONZALEZ-ALVARADO, J. M.; GONZALEZ-SANCHEZ, D.; LAZARO, R.; MATEOS, G. G. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. **Poultry Science**, v. 89, p.2197-2212, 2010.

JORGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; BACK KNUDSEN, K.E.; EGGUN, B.O. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.75, p.379-395, 1996.

KRÁS, R. V. **Efeito do nível de fibra da dieta, da linhagem e da idade sobre o desempenho, balanço energético e metabolismo da digesta em frangos de corte**. 2010, 82p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

LANGHOUT, D.J. **The role of intestinal flora as affected by non-starch polysaccharides in broiler chicks**. Ph.D Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 162 pp.,1998.

LOPES, C. C.; RABELLO, C. B.; SILVA, V.A.; Holanda, M.C.R.; Arruda, E.M.F.; Silva, J.C.R. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.33, n.1, p.33-40, 2011.

MACLEOD, M. G. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 20° in growing fowl given diets with a wide range of energy and protein contents. **British Journal of Nutrition**, v.64, p.625-637,1990

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.108, p. 95–117, 2003.

NABIZADEH, A. The effect of inulin on broiler chicken intestinal microflora, gut morphology, and performance. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 21, p. 725–734, 2012.

NOBLET, J.; FORTUNE, H.; SHI, X. S.; DUBOIS, S. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.344-354, 1994.

PUCCI, L.E.A.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, E.M. Níveis de óleo e adição de complexo enzimático na ração de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.909-917, 2003.

REHMAN, H.; HELLWEG, P.; TARAS, D.; ZENTEK, J. Effects of dietary inulin on the intestinal short chain fatty acids and microbial ecology in broiler chickens as revealed by denaturing gradient gel electrophoresis. **Poultry Science**, v. 87, p.783–789, 2008.

ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T.; DONZELLE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; OVIEDO-RONDON, E. O.; BOA-VIAGEM, C.; FERRAUDO, A. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. **Poultry Science**, v.84, p.1363–1369, 2005.

SARMIENTO-FRANCO, L.; MACLEOD, M.G.; MCNAB, J.M. True metabolisable energy, heat increment and net energy values of two high fibre foodstuffs in cockerels. **British Poultry Science**, v. 41, p. 625–629, 2000.

SHAHIN, K.A.; ABD ELAZEEM, F. Effects of breed, sex and diet and their interactions on carcass composition and tissue weight distribution of broiler chickens. **Arch Tierz Dummerstorf**, v.48 , n. 6, p.612-626, 2005.

SHAHIN, K.A.; ABD ELAZEEM, F. Effects of breed, sex and diet and their interactions on fat deposition and partitioning among depots of broiler chickens. **Arch Tierz Dummerstorf**, v. 49, n. 2, p.181-193, 2006.

SHAKOURI, M.D.; KERMANSHAHI, H.; MOHSENZADEH, M. Effect of different non starch polysaccharides in semi purified diets on performance and intestinal microflora of young broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p.557–561, 2006.

SKLAN, D.; SMIRNOV, A.; PLAVNIK, I. The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. **British Poultry Science**, v.44, p.735–740, 2003.

STEENFELDT, S.; HAMMERSHØJ, M.; MUELLERTZ, A.; FRIS JENSEN, J. Enzyme supplementation of wheat-based diets for broilers 2. Effect on apparent metabolisable energy content and nutrient digestibility. **Animal Feed Science and Technology**, v.75, p.45-64, 1998.

STEWART, L.L. **Net energy values of soybean hulls and wheat middlings fed to growing and finishing pigs**. 2007. 63p. Dissertation (Master of Science in Animal Sciences). College of the University of Illinois at Urbana-Champaign. 2007.

SVIHUS, B. & HETLAND, H. Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed on a wheat-based diet is improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. **British Poultry Science**, 42: 633–637, 2001.

VAN MILGEN, J.; NOBLET, J.; DUBOIS, S. Energetic efficiency of starch, protein and lipid utilization in growing pigs. **Journal of Nutrition**, v.131, p.1309-1318, 2001.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrintestinal de matrizes machos pesados, intactos, cecectomizados e fistulados no íleo terminal**. 1996, 118 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande

do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

WARPECHOWSKI, M.B. **Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento.** 2005, 175 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, v.90, p.21-33, 2001.

YANG, C. J.; YANG, I. Y.; OH, D. H.; BAE, I. H.; CHO, S. G.; KONG, I. G.; UUGANBAYAR, D.; NOU, I. S.; CHOI, K. S. Effect of green tea by-product on performance and body composition in broiler chicks. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.16, n.6, p.867-872, 2003.

ZENTEK, J.; MARQUART, B.; PIETRZAK, T.; BALLE`VRE, O.; ROCHAT, F. Dietary effects on bifidobacteria and Clostridium perfringens in the canine intestinal tract. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.87, p.397-407, 2000

CAPÍTULO III

Efeito da fonte e nível de proteína bruta em dietas com correção para nitrogênio da energia metabolizável aparente para frangos de corte

Effect of source and level of crude protein in diets with nitrogen correction of apparent metabolizable energy for broilers

Luciane Bockor¹, Marcelo Luiz Somensi¹, Julio Cezar Dadalt², Fábio Ritter Marx¹, Alessandra Nardina Trícia Rigo Monteiro¹, Alexandre de Mello Kessler³

¹ Alunos de mestrado e doutorado do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UFRGS

²Aluno de doutorado da Programa de Pós Graduação em Nutrição e Produção da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

³ Professor do Departamento de Zootecnia da UFRGS

RESUMO: Dietas com níveis reduzidos de proteína bruta (PB) têm sido associadas à menor perda energética pelas aves. Neste estudo avaliou-se o efeito de dietas formuladas com diferentes sistemas de formulação, energia metabolizável aparente (EMA) ou energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn), e diferentes níveis (19 ou 24%) e fontes (farelo de soja e glúten de milho 60%) de PB para frangos de corte em crescimento. Foram utilizados 216 frangos de corte Cobb 500[®] com 21 dias de idade alojados em gaiolas metabólicas. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, seis repetições e seis animais por repetição. Os tratamentos foram: 1- dieta formulada a partir da EMAn com 19% PB e farelo de soja como fonte de proteína (PB), 2- dieta formulada a partir da EMA com 19% de PB e farelo de soja como fonte de proteína, 3- dieta formulada a partir da EMA com 24% de PB e farelo de soja como fonte de proteína, 4-dieta formulada a partir da EMA com 24% de PB e farelo de soja como fonte de proteína, 5-dieta formulada a partir da EMAn com 24% de PB e inclusão de glúten de milho 60% e farelo de soja como fonte de proteína e, 6- dieta formulada a partir da EMAn com 24% de PB e inclusão de glúten de milho 60%

e farelo de soja como fonte de proteína. As aves receberam água a vontade e oferta de ração diária foi controlada a 320 kcal/kg^{0,75} no grupo EMA e 300 kcal/kg^{0,75} no grupo EMAn. As dietas foram fornecidas aos animais na forma peletizada, de maneira a evitar efeito do tamanho e densidade de partícula sobre o consumo. A adição de glúten de milho 60% como fonte de proteína melhorou o peso final e ganho de peso das aves. Melhor aproveitamento dos nutrientes foi verificado em dietas com baixa proteína. A EMA e EMAn foram maiores para as aves que receberam dietas com 24% de PB e inclusão de glúten de milho 60% como fonte de proteína. Dietas com 19% de PB geraram carcaças com maior ganho de gordura. O maior incremento de calor das dietas com alta PB reduziu a energia de produção das aves alimentadas com dietas contendo 24% de PB. Com os resultados pode-se verificar a menor utilização dos carboidratos fermentáveis do farelo de soja pelas aves pode afetar metabolismo de nutrientes, retenção de componentes corporais e utilização da energia, sendo uma questão relevante na nutrição de frangos de corte.

Palavras chave: energia, farelo de soja, glúten de milho, incremento calórico, proteína

ABSTRACT: Diets with reduced levels of crude protein (CP) have been associated with lower energy loss by broilers. This study evaluated the effect of diets with different formulation systems, apparent metabolizable energy (AME) and apparent metabolizable energy corrected for nitrogen (AMEn), and different CP levels (19 or 24%) and sources (soybean meal and mayze gluten 60%) for growing broilers. Two hundred and sixteen Cobb 500[®] male broiler chicks 21 days old housed in metabolic cages were used. A completely randomized design with six treatments and six replicates with six animals each were used. The treatments were: 1 - diet formulated from the AMEn with 19% of CP and soybean meal as protein source, 2 - diet formulated from the AME with 19% of CP and soybean meal as a source of protein, 3 - diet formulated from the AMEn with 24% of CP and soybean meal as protein source, 4- diet formulated from AME with 24% of CP and soybean meal as a source of protein, 5 - diet formulated from AMEn with 24% of CP and inclusion of mayze gluten 60% and

soybean meal as a protein source, 6 - diet formulated from the AME with 24% of CP and inclusion of mayze gluten 60% and soybean meal as a protein source. The broilers received water ad libitum and the supply of feed was controlled to 320 kcal/kg^{0,75} in the AME group and 300 kcal/kg^{0,75} in the AMEn group. The diets were supplied in the pelleted form to avoid the effect of particle size and density on consumption. Addition of mayze gluten 60% as a protein source improved the final weight and weight gain of the broilers. Low protein diets had better use by the broilers. The AME and AMEn values were higher for broilers that received 24% CP diets and maize gluten 60% as a protein source. Diets with 19% of CP generated carcasses with higher fat gain. The highest increase heat of the high CP diets reduced the energy intended for production of broilers receiveing the 24% CP diets. With the results it can be seen less use of fermentable carbohydrates of soybean meal by poultry can affect nutrient metabolism, retention of body components and use of energy, being an important issue in the nutrition of broilers.

Keywords: energy, heat increment, mayze gluten, protein, soybean meal

INTRODUÇÃO

Os excessos de proteína nas dietas para frangos de corte principalmente em épocas de calor ou ambientes mal ventilados podem provocar desconfortos fisiológicos pelo aumento desproporcional no incremento calórico (Macleod, 1992; Temim et al., 2000; Oliveira et al., 2010). Portanto, um maior incremento calórico gerado por uma dieta altamente protéica pode provocar redução na energia líquida. Entretanto, os experimentos com frangos de corte têm sistematicamente falhado em demonstrar o maior efeito termogênico da proteína dietética (Gous & Morris, 2005; Faria Filho et al., 2005; Oliveira et al., 2010). Questões como consumo variável de energia metabolizável e aminoácidos limitantes, com conseqüente efeito no crescimento das aves, tem sido levantados como interferentes nas medidas do efeito térmico da proteína dietética.

Além do nível de proteína, um fator que influencia os valores de energia metabolizável aparente (EMA) é a prática do ajuste da EMA para a retenção de

nitrogênio. Esta é uma prática comum na nutrição de aves e os valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) de diferentes ingredientes são comumente relatados na literatura (NRC, 1994, Rostagno et al. 2011). Normalmente aceita-se que a correção para retenção zero de nitrogênio é essencial quando comparamos valores de EMA entre linhagens que possuam diferentes taxas de crescimento ou produção de ovos e, portanto diferentes níveis de retenção de nitrogênio. Da mesma forma, a correção para nitrogênio parece ser essencial para comparação da EMA entre aves jovens e adultas, já que as jovens estão ganhando proteína corporal, enquanto as adultas possuem praticamente retenção de nitrogênio zero.

A primeira aplicação da correção para balanço de nitrogênio foi realizada por Hill & Anderson em 1958 (8,22 kcal/g). Este valor ainda é debatido, especialmente para frangos de corte em crescimento, onde assume-se que a proteína da dieta não é depositada como tecido (Lopez & Leeson, 2008). Uma vez que a retenção média de nitrogênio por frangos de corte em crescimento é superior a 50%, o sistema de EMAn subestima em aproximadamente 5% (130-150 kcal/kg, em dieta com 20% PB) a energia metabolizável efetivamente consumida. Isto pode ser particularmente importante nos experimentos que mediram o incremento calórico de dietas de alta e baixa proteína bruta para frangos de corte. Neste tipo de ensaio a formulação da dieta é realizada com base na EMAn ou energia metabolizável verdadeira corrigida para nitrogênio (EMVn), o que leva a um acréscimo excessivo de óleo ou amido nas dietas de alta PB, aumentando antecipadamente a EL da dieta, diminuindo assim o incremento calórico proporcional. No experimento de Macleod (1990), nas dietas de alta e baixa proteína bruta formuladas para conter a mesma EMVn, se removida a correção para balanço nulo de nitrogênio, obtém-se um excesso de aproximadamente 80 kcal/kg na dieta de alta proteína bruta. Este aumento não considerado na energia líquida da dieta determina maior eficiência do uso da EMAn, especialmente em experimentos de abate comparativo.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência nutricional e energética de frangos de corte recebendo dietas formuladas com

diferentes sistemas, EMA ou EMAn, e diferentes níveis e fontes de proteína.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, projeto cadastrado sob o número 22582.

O estudo foi realizado no Laboratório de Ensino Zootécnico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Foram utilizados 216 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb 500[®], de 21 a 32 dias de idade, alojados em gaiolas metabólicas. Os animais receberam água a vontade e foram mantidos em sala de metabolismo. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, seis repetições e seis animais por repetição.

Seis dietas experimentais foram fornecidas às aves, variando o sistema de formulação, utilizando a EMA ou EMAn como referência, os níveis de proteína bruta (19% ou 24%) e as fontes de proteína bruta (farelo de soja e glúten de milho 60%).

Os tratamentos foram: dieta 1 - utilização de EMAn, 19% de proteína bruta (PB) e farelo de soja; dieta 2 - utilização da EMA, 19% de PB e farelo de soja; dieta 3 - utilização da EMAn, 24% de PB e farelo de soja; dieta 4 - utilização da EMA, 24% de PB e farelo de soja; dieta 5 - utilização da EMAn, 24% de PB e farelo de soja e glúten de milho 60%; dieta 6 - utilização da EMA, 24% de PB e farelo de soja e glúten de milho 60%.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos animais na fase de crescimento (21 – 32 dias de idade), seguindo aproximadamente as recomendações de Rostagno et al. (2005), de forma que as dietas de alta e baixa proteína bruta tiveram níveis mínimos exigidos de aminoácidos limitantes (Tabela 1). A peletização das dietas foi realizada para evitar o efeito do tamanho e densidade de partícula sobre o consumo.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, uma no período da manhã (9:00 horas) e outra no período da tarde (17:00 horas). A oferta de ração diária foi controlada a $320 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ no grupo EMA e $300 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ no grupo EMAn, e a EMA foi calculada considerando para cada ingrediente, retenção de 60% de nitrogênio.

Tabela 1. Composição das diferentes dietas*

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta 6
Ingredientes	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Milho	64,52	64,27	47,39	48,52	56,08	57,09
Farelo de soja 44%	29,95	29,91	44,62	44,42	29,95	29,91
Gluten de milho 60%	-	-	-	-	9,16	9,06
Óleo de soja	1,92	1,75	4,95	4,01	1,46	0,58
Calcário Calcítico	0,82	0,82	0,80	0,81	0,93	0,93
Fosfato Bicálcico	1,54	1,54	1,45	1,45	1,49	1,48
Sal	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
L-Lisina. HCl	0,27	0,27	-	-	0,18	0,18
Metionina (MHA) 84%	0,30	0,30	0,16	0,16	0,08	0,08
L- treonina	0,01	0,01	-	-	-	-
Monensina 40%	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Cl-Colina (60%)	0,04	0,04	-	-	0,04	0,04
Premix vitamínico ⁽¹⁾	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Premix mineral ⁽²⁾	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Composição calculada						
EMA (kcal/kg)	3050	3014	3050	3000	3050	3000
EMAn (kcal/kg)	3198	3190	3238	3190	3237	3190
PB (%)	19,00	19,00	24,00	24,00	24,00	24,00
Ca (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
P disp (%)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Na (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Lis Dig (%)	1,19	1,19	1,34	1,34	1,19	1,19
Met+Cis Dig (%)	0,86	0,86	0,88	0,88	0,87	0,87
Arg Dig (%)	1,21	1,21	1,44	1,34	1,36	1,36
Trip Dig (%)	0,24	0,24	0,27	0,33	0,26	0,22
Treon Dig (%)	0,80	0,80	1,02	1,02	0,95	0,95
Valina Dig (%)	0,79	0,79	1,01	1,02	1,00	1,00
Colina (mg/kg)	1350	1350	1422	1422	1350	1350
Na+K+Cl (mEq/kg)	190,17	190,08	273,06	272,87	193,38	193,88

* Dieta 1 - utilização de EMAn, 19% de proteína bruta (PB) e farelo de soja; dieta 2 - utilização da EMA, 19% de PB e farelo de soja; dieta 3 - utilização da EMAn, 24% de PB e farelo de soja; dieta 4 - utilização da EMA, 24% de PB e farelo de soja; dieta 5 - utilização da EMAn, 24% de PB e farelo de soja e glúten de milho 60%; dieta 6 - utilização da EMA, 24% de PB e farelo de soja e glúten de milho 60%.

¹Premix mineral (por kg): manganês, 150,000 mg; zinco, 100,000 mg; ferro, 80,000 mg; cobre, 15,000 mg; iodo, 1,200 mg; selênio, 700 mg.

²Premix vitamínico (por kg): vitamina A, 23,200 kIU; vitamina D, 5,600 kIU; vitamina E, 52,000; vitamina K, 6,000 mg; vitamina B1, 6,000 mg; vitamina B2, 18,000 mg; vitamina B6, 9,000 mg; vitamina B12, 40,000 µg; ácido pantotênico, 44,000 mg; niacina, 132,000 mg; ácido fólico, 2,400 mg; biotina, 200,000 µg.

Aos 21 dias de idade, as aves após passarem por um período de adaptação às dietas (3 dias), foram pesadas e acondicionadas nas gaiolas metabólicas, sendo seis aves abatidas para estimar o conteúdo corporal inicial de proteína, gordura e energia. A quantidade de ração fornecida foi ajustada quando ocorreu mortalidade das aves. As excretas foram recolhidas diariamente, por todo o período (11 dias), até as aves atingirem 32 dias de

idade.

No último dia todos os frangos foram pesados e três aves por repetição sacrificadas por deslocamento cervical para avaliação do balanço energético e da retenção de proteína e gordura. As penas foram removidas e quantificadas por diferença. O trato digestório foi cuidadosamente limpo e pesado juntamente com o restante da carcaça, sendo ambos congelados juntos para posterior moagem e amostragem. As carcaças congeladas foram cortadas em pedaços e moídas em moedor de carne industrial, até a obtenção de uma massa homogênea. Misturou-se a carcaça das três aves, retirou-se uma alíquota de aproximadamente 300 g para secagem em estufa de ar forçado a 60°C e posterior moagem em moinho de bolas e demais análises laboratoriais. As retenções de proteína bruta, gordura bruta e energia bruta foram determinadas por diferença entre a composição corporal determinada no momento do abate e a composição corporal inicial, estimada através dos valores médios da composição das aves testemunhas e o peso inicial das aves teste, conforme Wolynetz e Sibbald (1987). Foram também determinados a energia metabolizável de manutenção e a energia metabolizável de produção conforme Longo et al. (2006).

As análises proximais das carcaças foram realizadas segundo a AOAC (1995) para matéria seca (105°C durante 24 horas, método 930.15;), proteína bruta (usando procedimento de Kjeldahl com destilador de nitrogênio TECNAL, modelo TE-036/2, método 954.01), gordura bruta (extração com éter etílico, procedimento de Soxhlet, método 920.39) e energia bruta (calorímetro isoperibólico - modelo C2000 - IKA Werke GmbH & Co. KG, Staufen, Alemanha).

Respostas de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta foram avaliadas de acordo com Sakomura e Rostagno (2007). Para isso foram realizadas nas dietas e nas excretas análises de matéria seca, proteína bruta (AOAC, 1995) e energia bruta (calorímetro isoperibólico - modelo C2000 - IKA Werke GmbH & Co. KG, Staufen, Alemanha).

As respostas foram submetidas a análise de variância por meio do software estatístico Statgraphics Plus 4.1 (Manugistics, 1997). A comparação

entre médias foi realizada pelo teste estatístico LSD a 5% de significância. Contrastes foram realizados para comparar os sistemas de energia utilizados na formulação e os níveis e fontes de proteína das dietas. Os seguintes contrastes foram realizados: dietas formuladas com EMA vs dietas formuladas com EMAn, dietas com 19% de PB vs 24% de PB, dietas com 24% de PB e farelo de soja como única fonte de PB vs dietas com 24% de PB e farelo de soja e glúten de milho como fontes de PB, dietas com 19% PB e sistema de formulação baseado na EMA vs 24% de PB e formulação baseada na EMA e dietas com 19% PB e sistema de formulação baseado na EMAn vs 24% de PB e formulação baseada na EMAn.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desempenho dos frangos de corte não foi afetado pelo sistema de energia utilizado na formulação (EMA ou EMAn), fontes e níveis de proteína bruta (PB) testados nas dietas, segundo a análise de variância. A análise de contrastes, entretanto, mostrou maior peso final e ganho de peso dos frangos de corte alimentados com dietas que continham glúten de milho 60% e farelo de soja como fontes de PB em relação aquelas que foram formuladas apenas com farelo de soja (Tabela 2). Esta diferença está relacionada ao melhor aproveitamento do glúten de milho 60% pelas aves em relação ao farelo de soja que possui maior quantidade de carboidratos fermentáveis não aproveitados por estes animais. O farelo de glúten 60% é uma rica fonte de metionina, entretanto possui um perfil aminoacídico desbalanceado que de ver ser corrigido com aminoácidos sintéticos (Peter et al., 2000). Já o farelo de soja é uma excelente fonte de aminoácidos, especialmente lisina. No presente estudo, as dietas que possuíam farelo de soja e glúten de milho 60% geraram frangos com melhor GP, o que pode estar associado a aditividade dos aminoácidos da soja somada aqueles presentes no glúten de milho 60%.

De acordo com Babidis et al. (2002) a máxima inclusão de glúten de milho 60% na dieta de frangos de corte deve ser de até 8% para não afetar o desempenho e as características de carcaça dos animais.

Tabela 2. Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de

ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte recebendo as diferentes dietas experimentais

Dietas	PI (g)	PF (g)	GP (g)	CR (g)	CA
T1- EMAn /19% PB/soja	852,91	1767,50	914,58	1525,40	1,67
T2-EMA/19% PB/soja	862,50	1753,67	891,16	1589,05	1,78
T3- EMAn/24% PB/soja	856,83	1747,00	890,36	1401,82	1,56
T4- EMA/24% PB/soja	851,80	1763,50	911,69	1441,13	1,58
T5- EMAn /24% PB/glúten e soja	855,97	1811,60	955,36	1477,87	1,54
T6 – EMA/24% PB/glúten e soja	858,89	1812,00	953,11	1686,03	1,75
P	0,78	0,12	0,12	0,25	0,08
SEM	13,80	50,30	49,98	211,89	0,16
Contrastes					
T1+T3+T5 x T2+T4+T6	NS	NS	NS	NS	NS
T1 +T2 x T3+T4+T5+T6	NS	NS	NS	NS	NS
T1 x T3+T5	NS	NS	NS	NS	NS
T2 x T4+T6	NS	NS	NS	NS	NS
T3+T4 x T5+T6	NS	<0,05	<0,05	NS	NS

T1: EMAn, farelo de soja e 19% de proteína bruta; T2: EMA, farelo de soja e 19% de proteína bruta; T3: EMAn, farelo de soja e 24% de proteína bruta; T4: EMA, farelo de e 24% de proteína bruta; T5: EMAn, farelo de soja e glúten de milho e 24% de proteína bruta; T6: EMA, farelo de soja e glúten de milho e 24% de proteína bruta;

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste LSD ($P < 0,05$)
NS: não significativo

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB) e energia bruta (CMEB) foram maiores para as aves que receberam 19% de PB na dieta (Tabela 3). Vasconcellos et al. (2011) também encontraram melhora no aproveitamento da matéria seca, energia bruta e PB quando reduziram o teor de PB da dieta para frangos de corte. Segundo os autores estes dados mostram que a redução da PB da dieta torna esta mais eficiente do ponto de vista energético. Além disso, há menor desperdício de nutrientes com a melhora da digestibilidade da PB e da matéria seca. Rocha et al. (2003) testaram dietas com 20%, 23% e 26% de PB para frangos de corte na fase pré inicial e encontraram maior CMMS e CMPB para as dietas com menor nível de PB.

Beretta Neto (2003) encontrou maior metabolizabilidade da matéria seca para frangos recebendo dietas com baixa PB (17,5%). Os menores valores de CMMS para teores mais elevados de PB pode estar relacionado a maior inclusão de farelo de soja nestas formulações e, conseqüentemente, maior

participação da fração glicídica deste ingrediente de menor digestibilidade em relação aos carboidratos do milho. Este relato corrobora os dados do presente estudo em que dietas contendo farelo de soja e glúten de milho como fonte de PB apresentaram maior CMMS, CMPB e CMEB em relação àquelas dietas contendo apenas farelo de soja como fonte de PB.

Maior aproveitamento de nitrogênio foi observado por Faria Filho et al. (2005) em que aves recebendo dietas com 18,5% e 20% de PB excretaram 21,7% e 11,6% menos nitrogênio que aquelas que se alimentaram de dietas com 21,5% de PB. Silva et al. (2006) também encontraram menor excreção de nitrogênio e maior eficiência de retenção quando trabalharam com dietas de reduzido teor protéico suplementadas com fitase.

Os valores de EMA e EMAn foram mais elevados para as dietas com 24% de PB contendo farelo de soja e glúten de milho 60% como fonte de PB, e formulada utilizando a EMAn (Tabela 3) . O resultado favorável ao glúten de milho pode estar relacionado a sua melhor digestibilidade. Entre as características principais deste ingrediente estão a ausência de fatores antinutricionais e de carboidratos solúveis, principalmente os oligossacarídeos presentes no farelo de soja e que reduzem a digestibilidade deste ingrediente (Batal & Parsons, 2003).

Os maiores valores de energia encontrados para aquelas dietas formuladas a partir da EMAn está associado ao fato desta formulação conter maior quantidade de óleo em relação aquelas estabelecidas a partir da EMA. Segundo Junqueira et al. (2005) as gorduras são fornecedoras de energia prontamente disponível. Sua adição nas dietas pode melhorar o desempenho dos animais, taxa de crescimento, utilização de nutrientes e conteúdo de energia metabolizável.

Com relação aos níveis de PB, a dieta com 19% de PB e formulada a partir da EMAn e a dieta com 24% de PB e formulada a partir da EMA apresentaram os menores valores de EMA e EMAn. Já a análise de contrastes demonstrou que não houve diferença para a EMAn entre os diferentes níveis de PB testados. Vasconcellos et al. (2011) não verificaram efeito de diferentes níveis de PB na EMA e EMAn de frangos de corte. Já Beretta Neto (2003)

verificou pequeno aumento da EMAn com a redução do teor de PB.

A análise de variância não mostrou diferença entre a energia metabolizável consumida para as aves recebendo as diferentes dietas. Entretanto o contraste mostrou diferença para as aves recebendo diferentes fontes protéicas (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), energia bruta (CMEB) e proteína bruta (CMPB), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e energia metabolizável consumida (EMc) para frangos de corte recebendo as diferentes dietas

Dietas	CMMS (%)	CMEB (%)	CMPB (%)	EMA (kcal/kgMN*)	EMAn (kcal/kgMN)	EMc (kcal)
T1-EMAn /19% PB/soja	73,99ab	77,93ab	63,12a	3116,57c	2957,54c	4754,02
T2-EMA/19% PB/soja	74,52a	78,43a	62,46a	3210,88b	3049,20b	5101,68
T3-EMAn/24% PB/soja	67,54d	73,63c	48,97c	3171,70b	3015,11b	4455,65
T4-EMA/24% PB/soja	66,99d	73,14c	50,13c	3096,77c	2933,02c	4458,58
T5-EMAn/24%PB/glúten e soja	73,15bc	77,86ab	55,68b	3293,35a	3110,84a	4868,57
T6-EMAn/24%PB/glúten e soja	71,95c	77,09b	54,08b	3199,84b	3024,51b	4757,03
P	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,15
SEM	1,14	1,01	3,29	42,89	37,24	668,12
Contrastes						
T1+T3+T5 x T2+T4+T6	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T1 +T2 x T3+T4+T5+T6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	NS	NS
T1 x T3 +T5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	NS
T2 x T4 + T6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	NS
T3 +T4XT5+T6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

T1: EMAn, farelo de soja e 19% de proteína bruta; T2: EMA, farelo de soja e 19% de proteína bruta; T3: EMAn, farelo de soja e 24% de proteína bruta; T4: EMA, farelo de e 24% de proteína bruta; T5: EMAn, farelo de soja e glúten de milho e 24% de proteína bruta; T6: EMA, farelo de soja e glúten de milho e 24% de proteína bruta.

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste LSD ($P < 0,05$).

NS: não significativo.

MN: matéria natural

O consumo de energia da dieta contendo 24% de PB e glúten de milho e farelo de soja como fontes de proteína, foi superior aquela com mesmo nível de proteína, mas apenas farelo de soja como fonte protéica. Este resultado pode estar relacionado ao maior teor de fibra do farelo de soja, que pode gerar maior produção de calor, e, portanto reduz o consumo de energia metabolizável pelas aves. Além disso, tais relatos sustentam o modelo sugerido por Forbes (1999),

no qual animais se alimentam para minimizar desconfortos de ordem física ou metabólica. Assim, a modificação no fornecimento de nutrientes para órgãos e tecidos pode levar a mudanças na escolha dos alimentos ingeridos.

O fator peletização das dietas pode também influenciar no consumo de energia pelas aves, visto que, quando dietas peletizadas são oferecidas às aves o consumo de alimento é maior. O adequado balanço de aminoácidos quando adicionou-se as duas fontes protéicas é mais uma variável que pode ser levada em consideração nesta resposta, de acordo trabalhos como de Rostagno e PUPPA (1995). Portanto, a fonte e os níveis de PB da dieta, além do método de formulação, induzem a variação no consumo de energia metabolizável, além de possíveis efeitos na energia líquida.

O ganho corporal de proteína bruta (GPB), energia bruta (GEB) e água não foram diferentes significativamente segundo a análise de variância (Tabela 4). Contudo o contraste foi significativo para GEB entre os diferentes níveis de PB (19% vs 24%) e entre nível de 19% de PB e formulação a partir da EMAN contra o nível de 24% de PB, formulação a partir da EMAN e diferentes fontes de PB. As dietas com baixa PB apresentaram maior GEB em relação aquelas com elevada PB. Este resultado está diretamente relacionado ao ganho de gordura bruta (GGB) que foi maior para as dietas com 19% de PB. Esta elevada deposição de gordura em aves alimentadas com baixa PB ocorre devido ao fato da incapacidade do animal em utilizar a energia para a deposição de proteína. É possível também que o menor incremento calórico gerado pela baixa proteína bruta da dieta tenha elevado a energia líquida da dieta e com isso o armazenamento de gordura corporal. Como a dieta não oferece quantidade suficiente de PB para ótimo crescimento, a energia extra é convertida em gordura (Sklan & Plavnik, 2002).

De acordo com Silva et al. (2003) com a redução do nível de PB, e, conseqüentemente, aumento da relação energia metabolizável e PB, o excesso de energia disponível é desviado para a síntese de gordura na carcaça. Tuitoeck et al. (1997) citam que animais que recebem dietas pobres em PB, suplementadas com aminoácidos limitantes possuem mais gordura na carcaça devido à economia de energia quando não se tem excesso de nitrogênio para

ser eliminado.

Tabela 4. Ganhos corporais de proteína bruta (GPB), gordura bruta (GGB), energia bruta (GEB), ganho de água, proteína bruta retida (PB retida), energia bruta retida (EB retida), energia metabolizável de manutenção (EMm) e energia metabolizável de produção (EMp) para frangos de corte recebendo as diferentes dietas

Dietas	GPB (g)	GGB (g)	GEB kcal	Ganho água (g)	PB retida (%)	EB retida (%)	EMm kcal/ave	EMp kcal/ave
T1-EMAn/19% PB/soja	181,56	120,96a	2147,52	591,80	58,44	45,18	1881,86	2872,15a
T2-EMA/19% PB/soja	175,16	116,54ab	2074,59	584,93	67,86	45,84	1766,00	2769,25a
T3-EMAn/24% PB/soja	176,97	85,16c	1810,93	576,56	59,94	43,35	1963,25	2602,00bc
T4-EMA/24% PB/soja	179,44	97,74c	1929,44	608,30	64,32	45,22	1906,01	2529,27c
T5-EMAn/24% PB/glúten e soja	184,68	101,32bc	1999,51	635,71	67,22	44,95	2114,59	2622,40bc
T6-EMA/24% PB/glúten e soja	188,17	107,19abc	2060,03	627,61	58,92	44,86	2041,13	2673,50abc
P	0,63	0,02	0,08	0,10	0,57	0,99	0,29	0,04
SEM	14,22	15,82	189,13	40,46	11,72	6,55	252,85	177,81
Contrastes								
T1+T3+T5 x T2+T4+T6	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T1+T2 x T3+T4+T5+T6	NS	<0,05	<0,05	NS	NS	NS	NS	<0,05
T1 x T3+T5	NS	<0,05	<0,05	NS	NS	NS	NS	<0,05
T2 x T4+T6	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
T3 +T4xT5+T6	NS	NS	NS	<0,05	NS	NS	NS	NS

T1: EMA, farelo de soja e 19% de proteína bruta; T2: EMAn, farelo de soja e 19% de proteína bruta; T3: EMA, farelo de soja e 24% de proteína bruta; T4: EMAn, farelo de e 24% de proteína bruta; T5: EMA, farelo de soja e glúten de milho e 24% de proteína bruta; T6: EMA, farelo de soja e glúten de milho e 24% de proteína bruta.

Médias seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste LSD ($P < 0,05$). NS: não significativo.

Faria Filho et al. (2005) observaram maior deposição de gordura na carcaça de frangos recebendo baixos níveis de PB na dieta e também em frangos submetidos a elevadas temperaturas. Segundo Howliger & Rose (1987) existe um aumento de 0,81% e 1,16% na gordura abdominal e total da carcaça de frangos, respectivamente, para cada grau de aumento na temperatura ambiente. Baziz et al. (1996) justificam que este aumento de gordura corporal em elevadas temperaturas se dá pelo aumento da atividade

da enzima lipase lipoproteica no tecido adiposo das aves. Esta enzima é responsável pela liberação dos ácidos graxos das lipoproteínas e incorporação nos adipócitos. No presente estudo as aves foram criadas em período de elevadas temperaturas, o que pode ter influenciado no acúmulo de gordura corporal.

O contraste que comparou as fontes protéicas foi significativo para ganho de água, sendo este mais elevado nas aves cuja fonte de PB incluía glúten de milho em relação aquela que tinha apenas farelo de soja como fonte de PB. Este maior ganho de água está associado ao maior consumo de PB nestas dietas. Além disso, Soares et al. (1999) citam que o menor teor de água nas carcaças está relacionado ao maior teor de gordura, uma vez que o tecido adiposo retém menos umidade quando comparado a outros tecidos. No presente estudo as aves alimentadas com dietas contendo baixa PB apresentaram maior gordura na carcaça e menor ganho de água.

A PB retida, energia bruta retida e a energia metabolizável de manutenção não diferiram entre as aves que receberam as diferentes dietas. Já a energia metabolizável de produção foi mais elevada para as dietas com baixo nível de proteína. Le Bellego et al. (2001) observaram que em dietas onde os níveis de PB eram reduzidos, a perda energética pela urina também era menor, devido a baixa excreção de nitrogênio. Para uma mesma ingestão de EM os autores verificaram que a redução de PB leva a menor produção de calor pelos animais, aumentando o valor de energia líquida. No presente trabalho as dietas com 19% de PB não apresentaram diferença significativa para energia de manutenção, entretanto a energia líquida (energia de produção) foi maior para aves alimentadas com esta dieta.

De acordo com Furlan et al. (2004) considerando que a proteína possui um maior incremento de calor, dietas com baixa PB são recomendadas em condições de estresse por calor. Entretanto alguns estudos contraditórios mostraram que a redução da PB da dieta elevou a produção de calor. Nieto et al. (1997) alimentaram frangos com dietas contendo 6 e 20% de PB e relataram um aumento na energia metabolizável de manutenção para a dieta com baixa PB. Resultados semelhantes foram observados por Buyse et al. (1992) trabalhando

com 15 e 20% de PB na dieta para frangos de corte. Estes resultados foram associados ao aumento do hormônio triiodotironina (T3) em aves ingerindo dietas com baixa PB. Para Carew et al. (1997) as deficiências de aminoácidos essenciais aumentam as concentrações plasmáticas de T3 e conseqüentemente a produção de calor em aves recebendo baixa PB na dieta. Entretanto, embora a deficiência de aminoácidos possua efeitos individuais sobre o T3, os mecanismos metabólicos pelos quais esse efeito ocorre ainda não são conhecidos.

Segundo Daghir (2009) a exigência das aves diminui com o aumento da temperatura ambiente. Esta redução se dá principalmente devido a queda na exigência para manutenção, enquanto a exigência para produção não é afetada pela temperatura. Longo et al. (2006) verificaram efeito quadrático da temperatura sobre a energia metabolizável de manutenção, o que promoveu decréscimo da exigência de manutenção até 25,4°C e, a partir dessa temperatura, aumento. Esse efeito demonstra a maior necessidade de energia pelas aves submetidas a temperaturas acima ou abaixo da termoneutralidade; sob altas temperaturas, necessitam alterar seu metabolismo para dissipar calor e, sob temperaturas inferiores, aumentam a necessidade de produção de calor. Esses processos envolvem gastos de energia para manutenção da homeostase corporal. No presente estudo as aves foram submetidas a temperatura que atingiram um máximo de 31°C, o que pode ter influenciado os valores de energia metabolizável de manutenção das aves.

CONCLUSÕES

A adição de glúten como fonte de proteína nas dietas com 24% de proteína bruta gerou melhor peso final e ganho de peso das aves, demonstrando maior aproveitamento deste ingrediente em relação ao farelo de soja.

Dietas com menor nível de proteína bruta geraram melhor metabolizabilidade dos nutrientes pelas aves, resultado da menor quantidade de farelo de soja nas dietas com nível mais baixo de proteína.

Carcaças com mais gordura e conseqüentemente energia bruta foram

geradas pelas aves que receberam menos proteína bruta na dieta, demonstrando que o aumento da relação energia:proteína desvia o excesso de energia disponível para síntese de gordura na carcaça.

O sistema de formulação utilizado, EMAn geraram valores mais elevados de EMA e EMAn as dietas, fato associado ao maior nível de óleo nas dietas.

Dietas com nível mais elevado de proteína bruta proporcionaram maior incremento de calor as aves com conseqüente redução da energia líquida para estes animais. Contrariamente as dietas com nível mais baixo de proteína bruta geraram menor energia metabolizável de manutenção e maior energia de produção

Com os resultados do presente estudo foi possível verificar que a menor utilização dos carboidratos fermentáveis do farelo de soja pelas aves não é uma questão a ser desconsiderada pelos nutricionistas, pois afeta o metabolismo de nutrientes, a retenção de componentes corporais e a utilização da energia metabolizável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 16 ed. Washington, 1993.1141p.

BABIDIS, V.; FLOROU-PANERI, P.; KUFIDIS, D.; CHRISTAKI, E.; SPAIS, A.B.; VASSILOPOULOS, V. The use of corn gluten meal instead of herring and meat meal in broiler diets and its effect on performance, carcass fatty acid composition and other carcass characteristics. **Archives Geflügelk**, v. 66, n.4, p.145 – 150, 2002.

BAZIZ, H.A., GERAERT, P.A., GUILLAUMIN, S. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75. p. 505-513, 1996.

BATAL, A.B.; PARSONS, C.M. Utilization of different soy products as affected by age in chicks. **Poultry Science**, v. 82,p. 454-462, 2003.

BERETTA NETO, C. **Dietas de proteína reduzida e de diferentes digestibilidades suplementadas com aminoácidos sintéticos para frangos de corte.** Porto Alegre, 2003, 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BUYSE, J.; DECUYPERE, E.; BERGHMAN, L.; KUHN, E.R.; VANDESANDE, F. The effect of dietary protein content on episodic growth hormone secretion and on heat production of male broilers chickens. **British Poultry Science**, v.33, p.1101-1109, 1992.

CAREW, L.B.; EVARTS, K.G.; ALSTER, F.A. Growth and plasma thyroid hormone concentrations of chicks fed diets deficient in essential amino acids. **Poultry Science**, v.76. p.1398-1404, 1997.

DAGHIR, N.J. Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. **Lohmann Information**, v.44, n.6, p.6-15, 2009.

FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; VIEIRA, B.S.; MACARI, M.; FURLAN, R.L. Protein levels and environmental temperature effects on carcass characteristics, performance, and nitrogen excretion of broiler chickens from 7 to 21 days of age. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, p.247-253, 2005.

FORBES, J. M. Minimal total discomfort as a concept for the control of food intake and selection. **Appetite**, v. 33, n. 3, p. 371, 1999.

FURLAN, R.L.; FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; MACARI, M. Does Low-Protein Diet Improve Broiler Performance under Heat Stress Conditions? **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.6 , n.2 , 71 – 79, 2004.

GOUS, R. M. & MORRIS, T. R. Nutritional interventions in alleviating the effects of high temperatures in broiler production. **World's Poultry Science Journal**, v. 61, p. 564-475, 2005.

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

HOWLIDER, M.A.R.; ROSE, S.P. Temperature and the growth of broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.228-237, 1987.

JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; ARAÚJO, L.F.; DUARTE, K.F.; CANCHERINI, L.C.; RODRIGUES, E.A. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.2335-2339, 2005.

LE BELLEGO, L.; MILGEN, J. van; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1259-1271, 2001.

LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K., RABELLO, C.B.; FIGUEIREDO, A.N., FERNANDES, J.B.K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.119-125, 2006.

LOPEZ, G. & LEESON, S. Review: Energy partitioning in broiler chickens. **Canadian Journal of Animal Science**. 88: 205-212, 2008.

MACLEOD, M. G. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 20° in growing fowl given diets with a wide range of energy and protein contents. **British Journal of Nutrition**, v.64, p. 625-637, 1990.

MACLEOD, M.G. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 32° C in growing fowl given diets with a wide range of energy and protein contents.

British Journal of Nutrition, v.67, p.195-206, 1992.

NIETO, R.; AGUILERA, J.F.; FERNÁNDEZ-FÍGARES, I.; PIETRO, C. Effect of a low protein diet on the energy metabolism of growing chickens. **Archives of Animal Nutrition**, v.50, p.105-119, 1997.

NRC – **National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry.** National Academy Press, 9th, Washington, 176p.1994.

OLIVEIRA, W.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; MARTINS, M.S.; ASSIS A.P. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambientes de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1092-1098, 2010.

RABELLO, C.B.; SILVA, A.F.; LIMA, S.B.P.; PANDORFI, H.; SANTOS, M.J.B. Farelo de glúten de milho na alimentação de frangas de corte de crescimento lento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.2, p.367-371, 2012.

ROCHA, P.T.; STRINGHINI, J.H.; ANDRADE, M.A.; LEANDRO, N.S.M.; ANDRADE, M.L.; CAFÉ, M.B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.162-170, 2003.

ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T.; DONZELLE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2 ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição dos alimentos e exigências nutricionais.** 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 252 p. 2011.

ROSTAGNO, H.S.; PUPA, J.M.R. Diet formulation for broilers based on total

versus digestible amino acids. **Journal Applied Poultry Research**, v.4, p.1-7, 1995.

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

SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.344-352, 2003.

SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; FASSANI, E.J.; PEREIRA, C.R. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.840-848, 2006.

SKLAN, D.; PLAVNIK, I. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**, v.43, p.442-449, 2002.

SOARES, R.T.R.N.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Exigência de treonina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.127-131, 1999.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.-M.; PERESSON, R.; TESSERAUD, s. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **Journal of Nutrition**, v.130, p.813-819, 2000.

TUITOEK, K.; YOUNG, L.G.; LANGE, C.F.M.; Kerr, B. J. The effect of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance: An evaluation of the ideal protein concept. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1575-1583,

1997.

VASCONCELLOS, C.H.F.; FONTES, D.O.; LARA, L.J.C.; VIDAL, T.Z.B.; SILVA, M.A.; SILVA, P.C. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.659-669, 2011.

WOLYNETZ, M.S.; SIBBALD, I.R. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. **Poultry Science** , v.66, p.1961-1972, 1987.

CAPÍTULO IV

Eficiência nutricional e energética de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de arraçoamento

Nutritional and energy efficiency of broilers submitted to different feeding periods

Luciane Bockor¹, Mariane Possamai Della², Luciana Gonçalves Teixeira², Aricson Manuel Pierog², Camila Schultz Marcolla², Alexandre de Mello Kessler³

1. Aluna de doutorado do Programa de Pós Graduação em Zootecnia – UFRGS
2. Alunos de graduação de Medicina Veterinária e Agronomia – UFRGS
3. Professor do Departamento de Zootecnia – UFRGS

RESUMO: Fatores nutricionais, genéticos e ambientais, idade do animal, nível de consumo e granulometria da ração, além de períodos prolongados de jejum podem afetar a taxa de passagem no trato gastrointestinal das aves e, portanto, influenciar no aproveitamento dos nutrientes. Neste estudo avaliou-se o efeito de diferentes períodos de arraçoamento utilizando 56 frangos de corte Cobb 500[®] com 23 dias de idade, alojados em gaiolas metabólicas em delineamento completamente casualizado com 2 tratamentos e 7 repetições com 4 animais cada. As aves receberam água a vontade e quantidade de alimento restrito a 70% do consumo à vontade. Os tratamentos foram: 1 – oferta de ração uma vez ao dia e 2 – oferta de ração 2 vezes ao dia. Foram avaliadas respostas de desempenho, coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta, ganho corporal, retenção de nutrientes e o balanço energético. As aves alimentadas 2 vezes ao dia apresentaram o melhor desempenho e metabolizabilidade dos nutrientes, além de maior energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio. As respostas de ganhos, retenção de nutrientes corporais e o balanço energético foram semelhantes entre os tratamentos. A forma de oferecimento de alimento às aves duas vezes ao dia proporcionou melhor desempenho e aproveitamento dos nutrientes da dieta e da energia,

sem prejudicar a retenção de nutrientes na carcaça e o balanço energético. As aves alimentadas uma vez ao dia apresentaram menor gasto com a manutenção, o que pode estar relacionado à menor atividade de alimentação.

Palavras-chave: arraçoamento, energia, metabolismo, retenção nutrientes

ABSTRACT: Nutritional, genetic, and environmental factors, age of animal, level of consumption and particle size of the feed, beyond prolonged fasting can affect the rate of passage in the gastrointestinal tract of broilers and, therefore, influence the use of nutrients. This study evaluated the effect of different feeding periods using 56 Cobb 500[®] male broilers 23 days old housed in metabolic cages in a completely randomized design with two treatments and 7 replications with 4 animals each. The broilers received water ad libitum and amount of food restricted to 70% of ad libitum intake. The treatments were: 1 - food supply once daily and 2 - food supply twice a day. Responses of performance, metabolizability coefficients of dry matter, crude protein and gross energy, body gain, nutrients retention and energy balance. Broilers fed two times daily had the best performance and metabolization of nutrients, and higher apparent metabolizable energy and metabolizable energy corrected for nitrogen. The responses of gain, body nutrients retention and energy balance were similar between treatments. The broilers food supply twice daily provided better performance, utilization of diets nutrients and energy, without damage the carcass nutrients retention energy balance. Broilers fed once daily showed less spent with the maintenance, which may be related to lower feed activity.

Keywords: energy, feeding, metabolism, nutrients retention

INTRODUÇÃO

A alimentação fornecida ao frango de corte é responsável por diversos processos que afetam seu metabolismo e desenvolvimento, além da viabilidade econômica (Furlan et al., 2002). Estes animais possuem uma grande capacidade de ingestão, um curto tempo de retenção para a dieta ingerida e grande de absorção da digesta. Sua capacidade de digestão e absorção de nutrientes depende do tempo que o alimento permanece no intestino, sendo

que um tempo mais longo oportuniza à digesta um contato maior com enzimas digestivas e sais biliares. O tempo disponível para contato entre as partículas digeridas e a superfície de absorção pode ter influência na hidrólise e conseqüentemente na absorção de nutrientes e captação da energia pelas aves (Vieira & Phopal, 2000).

Devido a seleção genética para alta taxa de crescimento, as aves são muitas vezes submetidas a restrição alimentar com o objetivo de prevenir doenças e excesso de gordura na carcaça (De Jong et al., 2002). Com poedeiras ou matrizes é comum a prática da alimentação restrita oferecida uma única vez ao dia, geralmente no período da manhã. Mudanças no oferecimento da alimentação, do período da manhã para a tarde têm demonstrado melhorar a qualidade de casca dos ovos de poedeiras (Samara et al., 1996). Entretanto, de acordo com Backhouse & Gous (2006) a decisão do melhor período do dia para alimentar as aves não é simples, pois deve-se considerar aspectos de produção que interagem com o tempo da alimentação, como desempenho, eficiência reprodutiva, padrões de comportamento, bem estar e fatores manejo. Pesquisas têm sido realizadas com o intuito de verificar qual o melhor período desta refeição, no início da manhã ou no fim da tarde, ou a divisão da oferta da dieta em mais de uma refeição diária (Savory & Maros, 1993; Savory & Kostal, 1996; Samara et al., 1996).

Backhouse & Gous (2006) citam que a mudança do período de alimentação da manhã para a tarde, ou a alteração da oferta de alimento de uma única vez ao dia para um maior número de refeições diárias pode melhorar a utilização dos nutrientes e o desempenho dos animais.

Furlan et al. (2002) verificaram menor consumo de ração e melhor índice de conversão alimentar em aves restritas a um período de arraçoamento noturno de 12 horas, quando comparadas aquelas com mesmo período durante o dia. Samara et al. (1996) forneceram alimento às aves uma única vez às 07:00 horas ou às 18:00, ou dividiram refeição em duas vezes ao dia e observaram redução de consumo das aves alimentadas duas vezes ao dia em temperaturas mais elevadas. Savory & Kostal (1996) em estudo com matrizes, ofereceram o alimento restrito uma vez ao dia (09:00 ou 13:00 horas) por um

período de 10 minutos. A diferença de comportamento antes e após a alimentação foi independente do horário de alimentação. Antes de receber o alimento as aves ficavam inquietas, bicando a gaiola e bebendo água. Após o consumo de ração este comportamento diminuía. De acordo com Savory et al. (1993) as aves que recebem alimento uma ao vez dia são mais ativas principalmente no momento anterior as refeições. Além disso, estes animais aumentam a frequência de visitas ao bebedouro e passam mais tempo bicando objetos não comestíveis. Estes resultados corroboram as pesquisas de Savory & Maros (1993) e De Jong et al. (2005) que verificaram aumento da atividade física de aves restritas em relação aquelas que recebiam ração à vontade.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho, metabolismo de nutrientes, além dos ganhos corporais de proteína bruta, energia bruta e gordura bruta, retenção de proteína bruta e energia bruta corporais e balanço energético de frangos de corte submetidos a diferentes formas de oferecimento de alimento: uma ou duas vezes ao dia.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, projeto cadastrado sob número 22582.

O estudo foi conduzido no Laboratório de Ensino Zootécnico da UFRGS. Foram alojados 56 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb 500[®], de 23 a 38 dias de idade, em baterias metálicas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois tratamentos e sete repetições com quatro animais cada. Os animais foram mantidos em sala climatizada, com água a vontade e consumo controlado. O consumo restrito foi baseado no peso metabólico (PM, kg^{0,75}) e na energia metabolizável aparente calculada (70% do consumo à vontade, calculado no consumo diário da linhagem obtido do manual técnico). A quantidade de alimento foi ajustada diariamente considerando um ganho de peso linear entre os 23 e 38 dias de idade.

A dieta experimental foi formulada próxima as exigências nutricionais

propostas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al., 2005) (Tabela 01).

Tabela 1. Composição da dieta

Ingredientes	(%)
Milho	58,50
Farelo de soja 44	33,64
Óleo de soja	3,83
Calcário Calcítico	1,20
Fosfato Bicálcico	1,75
Sal	0,46
L-Lisina. HCl	0,17
DL – Metionina	0,25
Monensina 40%	0,02
Cl-Colina (60%)	0,04
Premix vitamínico ⁽¹⁾	0,04
Premix mineral ⁽²⁾	0,06
Composição calculada	
EM (kcal/kg)	3100
PB (%)	20,00
Ca (%)	0,95
P disp (%)	0,42
Na (%)	0,20
Lis Dig (%)	1,18
Met+Cis Dig (%)	0,85
Arg Dig (%)	1,15
Trip Dig (%)	0,20
Treon Dig (%)	0,84
Valina Dig (%)	0,84
Colina (mg/kg)	1400
Na+K+Cl (mEq/kg)	211,48

¹Premix mineral (por kg): manganês, 150,000 mg; zinco, 100,000 mg; ferro, 80,000 mg; cobre, 15,000 mg, iodo, 1,200 mg; selênio, 700 mg.

²Premix vitamínico (por kg): vitamina A, 23,200 kIU; vitamina D, 5,600 kIU; vitamina E, 52,000; vitamina K, 6,000 mg; vitamina B1, 6,000 mg; vitamina B2, 18,000 mg; vitamina B6, 9,000 mg; vitamina B12, 40,000 µg; ácido pantotênico, 44,000 mg; niacina, 132,000 mg; ácido fólico, 2,400 mg; biotina, 200,000 µg.

Os tratamentos consistiram em: 1- oferta da dieta às aves uma vez ao dia (9 horas da manhã) e 2 – as aves receberam a mesma quantidade de ração dos animais do tratamento 1, porém dividida em duas vezes ao dia, uma no período da manhã (9 horas) e outra ao final da tarde (17 horas).

Foram mensurados o peso inicial e final das aves, além de respostas de desempenho: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar no período total de 23 a 38 dias de idade. As excretas das aves foram coletadas diariamente pelo método de coleta total por todo o período experimental (16 dias) e acondicionadas em sacos plásticos, para posterior análise de matéria

seca (MS - 105°C durante 24 horas, método 930.15) e proteína bruta (PB - usando procedimento de Kjeldahl com destilador de nitrogênio TECNAL, modelo TE-036/2, método 954.01), realizadas de acordo com a AOAC (1993), e energia bruta (EB - calorímetro isoperibólico - modelo C2000 - IKA Werke GmbH & Co. KG, Staufen, Alemanha). Realizou-se então a determinação dos coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), da proteína bruta (CMPB) e da energia bruta (CMEB), a energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) e energia metabolizável consumida (Sakomura e Rostagno, 2007). O teor de energia metabolizável da dieta (EM,kcal/kg MS) foi calculado para cada ave com base no coeficiente de metabolizabilidade da energia.

Para avaliação dos ganhos corporais de PB, EB, gordura bruta (GB) e água, retenção de PB e EB corporais e balanço energético foi realizado o abate comparativo. Quatro aves foram abatidas no início do experimento e duas aves por repetição foram abatidas ao final do período experimental. As carcaças foram congeladas, moídas e secas em estufa de ar forçado a 60°C para posterior análise de MS, PB, GB e EB, juntamente com amostras de penas que foram coletadas dos animais testemunhas e das aves dos diferentes tratamentos. Os ganhos de PB, GB, EB e água além da PB retida (%) e EB retida (%) foram determinados por diferença entre a composição corporal determinada no momento do abate e a composição corporal inicial, estimada através dos valores médios da composição das aves testemunhas e o peso inicial das aves teste (Wolynetz e Sibbald, 1987). Foram também determinados a energia metabolizável de manutenção e a energia metabolizável de produção conforme Longo et al. (2006).

As respostas foram submetidas à análise de variância por meio do programa estatístico Statgraphics Plus for Windows (Manugistics, 1999) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste F (5%)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio de ração no período total foi de 1730g nos dois tratamentos, visto que as aves recebiam apenas 70% de oferta de ração do

consumo à vontade. Nas respostas de desempenho avaliadas, as aves que receberam a dieta duas vezes ao dia apresentaram maiores valores de peso final e ganho de peso e melhor conversão alimentar (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho, metabolismo de nutrientes, energia metabolizável aparente, energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio e energia metabolizável consumida de frangos de corte de 23 a 38 dias de idade recebendo diferentes formas de oferecimentos de alimento

	1 vez ao dia	2 vezes ao dia	P	SEM
Desempenho				
Peso Inicial (g)	1036,47	1036,00	0,660	1,99
Peso Final (g)	1821,96 b	1856,96 a	0,007	20,36
Ganho de peso (g)	785,49 b	820,96 a	0,006	20,26
Conversão Alimentar	2,20 b	2,10 a	0,007	0,05
Metabolismo				
¹ CMMS, %	71,69 b	74,19 a	< 0,001	1,04
² CMEB, %	76,52 b	78,58 a	0,001	0,88
³ CMPB, %	59,52 b	64,15 a	0,001	2,12
⁴ EMA (kcal/kgMN*)	3053,82 b	3135,75 a	0,001	35,45
⁵ EMAn (kcal/kgMN)	2902,05 b	2972,18 a	0,001	31,16
⁶ EM consumida (kcal)	5283,11 b	5424,84 a	0,001	245,32

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$)

¹Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca, ²Coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta, ³Coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta, ⁴Energia metabolizável aparente, ⁵Energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio, ⁶Energia metabolizável consumida.

*MN: matéria natural

Na avaliação do metabolismo de nutrientes verificou-se que o grupo que recebeu a dieta duas vezes ao dia apresentou melhor aproveitamento dos nutrientes, possuindo maiores coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Além disso, este mesmo grupo apresentou maior consumo de energia metabolizável, maior energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio, sendo diferente significativamente dos animais que receberam a dieta uma vez ao dia.

Backhouse & Gous (2006) trabalharam com matrizes de corte e descreveram que aves alimentadas uma única vez ao dia satisfazem suas necessidades de alimentação em um curto período de atividade intensa. Segundo esses autores a oferta de uma alimentação em períodos mais freqüentes ao longo do dia, pode resultar em melhor utilização da dieta e

melhor desempenho das aves, o que está de acordo com os dados verificados no presente trabalho.

Já Razdan & Pettersson (1994) trabalharam com frangos de corte e observaram maior peso corporal e melhor eficiência de conversão nas aves que receberam alimentação restrita uma vez ao dia, em comparação aquelas que receberam a mesma quantidade três vezes ao dia, o que discorda dos resultados observado no presente estudo. Entretanto os não verificaram diferença na metabolizabilidade dos nutrientes.

Su et al. (1999) ofereceram a dieta à vontade duas, três ou quatro refeições a frangos de corte em um período total de 240 minutos diários de acesso ao alimento e compararam ao consumo à vontade (24 horas diárias de acesso ao alimento). As aves que consumiram menos refeições diárias apresentaram menor ganho de peso e melhor conversão alimentar. Desta forma, também demonstraram menos problemas de locomoção, o que está relacionado ao menor peso destes animais. De acordo esses autores os animais não tiveram tempo suficiente para se adaptar aos regimes de alimentação aplicados. Ávila et al. (2003) observaram maior produção de ovos e menor peso corporal em matrizes alimentadas uma vez ao dia no início da manhã ou duas vezes ao dia (início da manhã e as 15:30 horas) quando comparado aquelas que receberam o alimento uma única vez às 11:00 horas ou as 15:30 horas.

Estudos envolvendo padrões de consumo e retenção de nutrientes iniciaram com ratos e são muito antigos, como os trabalhos apresentados por Wu & Wu (1950) e Tepperman et al., (1962) que demonstraram que a retenção de nitrogênio é maior quando a ingestão diária de proteína é dividida em duas ou três refeições.

Já Mroz et al. (1994) realizaram pesquisa com suínos alimentados uma, duas ou sete vezes ao dia e relataram resultados de coeficientes de digestibilidade dos nutrientes menores para aqueles animais que receberam a dieta uma vez ao dia. Segundo os autores a oferta de alimento uma vez ao dia levou à redução da eficiência de digestão, e o aumento da oferta de duas vezes ao dia para sete vezes não gerou nenhum benefício aos animais.

As pesquisas com padrões de alimentação em aves avaliam em sua maioria o comportamento (Savory & Maros, 1993; Savory & Kostal, 1996; De Jong et al. 2005) e o desempenho destes animais (Balnave, 1977; Furlan et al., 2002), deixando muitas vezes de lado a avaliação do metabolismo de nutrientes e balanço energético.

Nas respostas relativas a composição corporal, não foi observada diferença estatística entre os tratamentos para os ganhos de proteína bruta, gordura bruta e energia bruta. O ganho corporal de água foi maior para as aves alimentadas duas vezes ao dia. Também não houve diferença significativa para a percentagem de proteína bruta e energia bruta retida e para a energia metabolizável de manutenção e de produção (Tabela 3).

Tabela 3. Ganhos de proteína bruta (PB) corporal, gordura bruta (GB) corporal, energia bruta (EB) corporal e água corporal, proteína bruta retida e energia bruta retida e balanço energético de frangos de corte recebendo diferentes formas de oferecimentos de alimento

	1 vez ao dia	2 vezes ao dia	P	SEM
Ganhos, retenção e balanço energético				
Ganho PB corporal (g)	183,03	182,68	0,95	11,49
Ganho GB corporal (g)	74,33	71,55	0,76	16,74
Ganho EB corporal (kcal)	1737,2	1675,3	0,48	161,76
Ganho água corporal (g)	563,99b	601,56a	0,03	30,27
PB corporal retida, %	54,57	54,47	0,95	3,42
EB corporal retida, %	32,90	30,88	0,25	3,13
¹ EM manutenção (kcal/animal)	1598,7	1770,7	0,14	208,58
² EM produção (kcal/animal)	3708,4	3667,8	0,44	182,10

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de F (P < 0,05)

¹Energia metabolizável de manutenção, ²Energia metabolizável de produção

Ávila et al. (2003) trabalharam com diversos horários de alimentação para matrizes e apesar de encontrarem diferença na produção de ovos e ganho de peso dos animais, não verificaram diferença na composição de carcaça, o que corrobora os dados do presente estudo. Já Mroz et al. (1994) verificaram menor deposição de cálcio, fósforo e nitrogênio em suínos alimentados uma vez ao dia, quando comparados aqueles alimentados duas ou sete vezes ao dia. Entretanto a retenção de nitrogênio em termos de percentagem de consumo não foi afetada pela frequência de consumo.

Furlan et al. (2002) observaram que aves arraçadas por 12 horas, independente do período (manhã ou noite) apresentaram maior quantidade de

gordura na carcaça quando comparadas aqueles animais que receberam alimento a vontade por 24 horas. No presente trabalho as aves que consumiram a dieta duas vezes ao dia apresentaram maior quantidade de água na carcaça, o que de acordo com Soares et al. (1999) pode estar relacionado ao menor ganho de gordura destes animais, apesar de não ter sido encontrada diferença significativa entre o ganho de gordura para os diferentes tratamentos.

No presente experimento, o consumo de alimento uma vez ao dia acarretou em menor aproveitamento de nutrientes e menor consumo de energia, mesmo assim a retenção de energia corporal foi maior, com menor energia de manutenção e maior energia de produção. As aves alimentadas duas vezes ao dia retiveram menos energia corporal, e distribuíram mais energia para manutenção e menos energia para produção o que pode estar associado ao maior gasto energético com a oferta de alimentação duas vezes ao dia.

Forsum et al. (1981), observaram que a restrição alimentar reduz as exigências de manutenção por reduzir a perda de energia metabólica, a taxa metabólica basal e a ação dinâmica de alimentação. Segundo Nielsen et al. (2003), quando os frangos são submetidos a restrição alimentar espera-se um aumento na atividade das aves devido a sua voracidade em relação ao alimento oferecido. Este tipo de comportamento também foi observado por Savory & Kostal (1996), Savory & Maros (1993) e De Jong et al. (2005) que verificaram aumento da atividade física de aves restritas em relação aquelas que recebiam ração a vontade.

No presente estudo o aumento da frequência de visitas ao comedouro no caso dos animais que receberam a dieta duas vezes ao dia pode ter gerado maior gasto de energia com a atividade de alimentação. De acordo com Rahimi et al. (2005) quando as aves possuem uma menor atividade física, como por exemplo em períodos de ausência de luz, há uma redução nos gastos energéticos e uma melhor eficiência alimentar.

O consumo de alimento uma vez ao dia, apesar de mais eficiente energeticamente, foi menos eficiente metabolicamente e resultou em menor desempenho das aves. Su et al. (1999) também encontraram menor peso de

aves alimentadas com uma refeição diária, em relação aquelas que receberam a dieta a vontade ou três e quatro vezes ao dia. Entretanto aquelas com uma única refeição apresentaram melhor conversão alimentar. De acordo com esses autores a diferença na eficiência de conversão pode gerar diferenças na composição corporal destes animais, sendo que os animais que receberam alimento uma vez ao dia seriam mais magros que aqueles que se alimentaram à vontade ou várias vezes ao dia. Portanto, a divisão da oferta de alimento às aves em uma ou mais refeições diárias pode afetar tanto o metabolismo quanto o comportamento destes animais.

CONCLUSÕES

O oferecimento de alimento às aves duas vezes ao dia proporcionou melhor desempenho e aproveitamento dos nutrientes da dieta e da energia, sem prejudicar a retenção de nutrientes na carcaça e o balanço energético.

As aves alimentadas uma vez ao dia apresentaram menor gasto com a manutenção, o que pode estar relacionado à menor atividade de alimentação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 16 ed. Washington, 1993.1141p.

ÁVILA, V.S.; PENZ JR., A.M.; ROSA, P.S.; BRUM, P.A.R.; GUIDONI, A.L.; LEDUR, M.C. Influence of feeding time on sexual maturity and carcass composition in female broiler breeders. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. v.5, n.3, p.189 – 196, 2003.

BACKHOUSE, D.; GOUS, R.M. Responses of adult broiler breeders to feeding time. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 62, p.269-281, 2006.

BALNAVE, D. The effect of energy restriction on laying hens given either a single morning or single evening meal. **British Poultry Science**, London, v.18,

p.115-119, 1977.

DE JONG, I.C.; FILLERUP, M.; BLOKHUIS, H.J. Effect of scattered feeding and feeding twice a day during rearing on indicators of hunger and frustration in broiler breeders. **Applied Animal Behaviour Science**, v.92, p. 61–76, 2005.

FORSUM, E.P., E. HILLMAN AND M.C. NESHEIM. Effect of energy restriction on total fat production, basal metabolic rate and specific dynamic action of food in fats. **Journal of Nutrition**, 111, p.1691-1697, 1981.

FURLAN, R.L.; MACHADO, J.G.C.F.; GIACHETTO, P.F.; MALHEIROS, E.B.; FURLAN, L.R.; MACARI, M. Desempenho e composição da carcaça de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de arraçamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2265-2273, 2002.

LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K., RABELLO, C.B.; FIGUEIREDO, A.N., FERNANDES, J.B.K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.119-125, 2006.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A. W.; KEMME, P. A. Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.126-132, 1994.

NIELSEN, B.L.; LITHERLAND, M.; NØDDEGAARD, F. Effects of qualitative and quantitative feed restriction on the activity of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, v.83, p.309–323, 2003.

RAHIMI, G.; REZAEI, M.; HAFEZIAN, H.; SAIYAHZADEH, H. The Effect of Intermittent Lighting Schedule on Broiler Performance. **International Journal of Poultry Science**, v.4 , n.6, p. 396-398, 2005.

RAZDAN, A.; PETTERSSON, D. Effects of feeding restriction and meal pattern of a sugar beet containing diet and control diet on nutrient digestibility, plasma lipid concentrations and postprandial triacylglycerol response in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v. 11, p.389-400, 1994.

ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T.; DONZELLE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.

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

SAMARA, M.H; ROBBINS, K.R.; SMITH, M.O. Interaction of feeding time and temperature and their relationship to performance of the broiler breeder hen. **Poultry Science**, v.75, p.34-41, 1996.

SAVORY, C.J.; MAROS, K. Influence of degree of food restriction, age and time of day on behavior of broiler breeder chickens. **Behavioural Processes**, Utrecht, v. 29, 179- 190, 1993.

SAVORY, C.J.; KOSTAL, L. Temporal patterning of oral stereotypies in restricted-fed fowls:1. Investigations with a single daily meal. **International Journal of Comparative Psychology**, Washington, v. 9, n. 3, p. 117-139, 1996.

SOARES, R.T.R.N.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Exigência de treonina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.127-131, 1999.

SU, G.; SØRENSEN, P.; KESTIN, S. C. Meal feeding is more effective than early feed restriction at reducing the prevalence of leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 78, p. 949–955, 1999.

TEPPERMAN, H.M., TEPPERMAN, J. Role of hormones in glucose-6-phosphate dehydrogenase adaptation of rat liver. **American Journal of Physiology**, v.202, p.401-406, 1962.

VIEIRA, S.L.; POPHAL, S. Nutrição pós eclosão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.3, p. 189-199, 2000.

WOLYNETZ, M.S.; SIBBALD, I.R. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. **Poultry Science** , v.66, p.1961-1972, 1987.

WU, H.; WU, W.Y. Influence of feeding schedule on nitrogen utilization and excretion. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v.74, n.1, p.78-82, 1950.

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço no setor avícola, principalmente voltado à produção de frangos de corte, levou muitos nutricionistas a buscar alternativas que possibilitem a formulação de rações mais eficientes e econômicas, já que a alimentação é um fator de elevado custo nesta área. Neste sentido, a avaliação da energia dos alimentos e do metabolismo energético das aves é frequentemente estudado, visto que a energia da dieta é um fator oneroso para as fábricas de rações e que o metabolismo energético do animal pode ser afetado por diferentes fatores, seja com relação a dieta ou ao manejo das aves. Além disso, existem várias metodologias para determinação da energia para aves, sendo a mais comum a energia metabolizável, visto que a eliminação de urina e fezes não ocorre concomitantemente devido a anatomia do trato gastrointestinal. Entretanto, a energia líquida é considerada por vários autores a estimativa mais precisa dos verdadeiros valores de energia para aves. Existem, porém, limitações na determinação deste tipo de energia que levam a menor utilização desta para aves. Dentre elas estão os erros experimentais e analíticos e a incapacidade em refletir a variação no uso metabólico da energia para diversas funções corporais.

No presente trabalho foram testadas diferentes fontes de fibra fermentável para frangos de corte em crescimento demonstrou que a utilização de fibra de elevada fermentação como a inulina podem aumentar a concentração de energia metabolizável e principalmente líquida, quando comparada as demais fibras de média e baixa fermentação. O efeito da fibra de baixa fermentação, celulose sobre a energia líquida da dieta foi claramente mostrado neste estudo, visto que esta fonte de fibra apresentou energia metabolizável da dieta semelhante a inulina, entretanto quando calculou-se a energia líquida observa-se redução do seu valor em relação as demais fontes. As dietas com celulose e inulina também se destacaram quanto à maior energia metabolizável aparente e aparente corrigida para nitrogênio e metabolizabilidade mais elevada da energia bruta.

O segundo estudo demonstrou o efeito das diferentes fontes e níveis de proteína bruta, além do método de formulação utilizado, EMA ou EMAn,

principalmente sobre a composição de carcaça e metabolismo energético das aves mantidas em um ambiente de alta temperatura. O menor teor de proteína bruta da dieta gerou carcaças com mais gordura bruta, demonstrando que com o aumento da relação energia: proteína independente da relação aminoácidos sintéticos:EM, o excesso de energia é desviado para armazenamento de gordura. Os níveis baixos de proteína bruta também geraram menor incremento calórico, menor energia metabolizável de manutenção e maior disponibilidade de energia para produção. Com relação às fontes de proteína utilizadas, o glúten de milho mostrou-se um ingrediente de maior digestibilidade, visto que o farelo de soja contém maior quantidade de fibra e fatores antinutricionais, o que prejudica sua utilização pelas aves. Foi possível verificar durante o período experimental o efeito dos elevados níveis de proteína bruta, dieta peletizada e alta temperatura sobre consumo e mortalidade. O consumo de dietas peletizadas com alta proteína nas horas de temperaturas mais amenas do dia, geravam alto incremento calórico e estresse por calor nas horas mais quentes, provocando mortalidade nas aves.

Com os resultados obtidos foi possível verificar que a menor utilização dos carboidratos fermentáveis do farelo de soja pelas aves mantidas em um ambiente que atingiu até 31°C de temperatura não é uma questão a ser relevada pelos nutricionistas, pois afeta o metabolismo de nutrientes, a retenção de componentes corporais e a utilização da energia metabolizável.

O último ensaio avaliou o efeito do fornecimento da dieta uma ou duas vezes ao dia no metabolismo energético de frangos de corte. Trabalhos que avaliam o fornecimento da dieta uma vez ao dia normalmente são realizados com poedeiras ou matrizes que necessitam ter seu consumo controlado. Estudos com frangos de corte, recebendo alimentação restrita e delimitada em uma ou mais vezes ao dia são escassos. Assim, resultados interessantes foram observados neste experimento, onde se observou um maior aproveitamento de nutrientes da dieta e maior energia metabolizável pelas aves que foram alimentadas duas vezes ao dia. Já os resultados de ganhos de nutrientes corporais, retenção de nutrientes e energia metabolizável de manutenção e produção não foram diferentes para os dois grupos. Estes

dados sugerem a necessidade de maiores estudos e provavelmente alguns procedimentos laboratoriais mais precisos na determinação da composição da carcaça. Entretanto existem resultados como apresentados por Ávila et al. (2003) que corroboram o presente estudo, mostrando que a alimentação oferecida em uma ou mais vezes ao dia não alteraram a composição de carcaça de frangos de corte. Outra observação verificada em relação a este ensaio foi quanto a atividade elevada das aves, visto que estas estavam em restrição alimentar. A atividade de consumo duas vezes ao dia gerou maior gasto energético e destinou maior quantidade de energia para a manutenção e menor para a produção.

As três pesquisas realizadas mostram que tanto fatores nutricionais quanto de manejo podem afetar a energia para aves. Medidas de propriedades físico químicas da fibra como viscosidade e capacidade tamponante ficaram pendentes no primeiro experimento, e talvez pudessem explicar algumas das respostas encontradas. Neste e nos demais trabalhos observou-se que quando trabalha-se com energia líquida deve-se ter um melhor controle da temperatura ambiente, pois neste caso leva-se em consideração a produção ou perda de calor para o meio. Pesquisas para determinação da energia líquida para aves são importantes, e com os ensaios realizados pode-se demonstrar que são possíveis de realizar quando desenvolvidas com os cuidados necessários.

REFERÊNCIAS

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

ALBINO, L. F. T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 1991. 141 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

ALBINO, L. F. T. et al. Utilização de diferentes sistemas de avaliação energética dos alimentos na formulação de rações para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, p. 1037-1046, 1992.

ALBINO, L. F. T.; SILVA, M. A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 303-318.

ALETOR, V. A. Low-protein amino acid supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Amsterdam, v. 80, p. 547-554, 2000.

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

ANI, A. O.; OMEJE, O. D.; UGWUOWO, L. C. Effects of raw bambara nut (*Voandzeia subterranea* L) waste and enzyme complex on growth performance and apparent nutrient retention in broiler chickens. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 11, n. 56, p. 11991-11997, 2012.

ANNISON, G.; CHOCT, M. Plant polysaccharides - their physiochemical properties and nutritional roles in monogastric animals. In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p. 51-66. Proceedings of Alltech's Tenth Annual Symposium.

APELDOORN, E. J. et al. Effect of melatonin and lighting schedule on energy metabolism in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, p. 223-229, 1999.

AUSTIC, R. C.; NESHEIM, M. C. **Poultry production**. 13th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1990. 325 p.

AVILA, V. S. et al. Determinação do período de coleta total de excretas para estimativa dos valores de energia metabolizável em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1966-1970, 2006.

AVILA, V. S. et al. Uso da metodologia de coleta total de excretas na determinação da energia metabolizável em rações para frangos de corte ajustadas ou não quanto aos níveis de vitaminas e minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1691-1695, 2006.

BACKHOUSE, D.; GOUS, R. M. Responses of adult broiler breeders to feeding time. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 62, p. 269-281, 2006.

BALDWIN, R. L.; BYWATER, A. C. Nutritional energetics of animals. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 4, p. 101-114, 1984.

BALDWIN, R. L.; SAINZ, R. D. Energy partitioning and modeling in animal nutrition **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v. 15, p. 191-211, 1995.

BALNAVE, D. The effect of energy restriction on laying hens given either a single morning or single evening meal. **British Poultry Science**, London, v. 18, p. 115-119, 1977.

BAPTISTA, M. E. S. A técnica da energia metabolizável verdadeira. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 79, n. 469, p. 41-57, 1984.

BARBATO, G. F. et al. Quantitative analysis of feeding behavior of four populations of chickens. **Physiology Behaviour**, San Antonio, v. 25, p. 885-891, 1980.

BASAGLIA, R. **Equações de predição das exigências das exigências de energia e proteína para poedeiras leves**. 1999. 158 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

BEKER, A. **Broiler energy and oxygen metabolism and the effect of oxygen concentration and ambient temperature on ascites incidence**. 2006. 292 f. Dissertation (Ph. D.) - Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State University, Oklahoma, 2006.

BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p. 116-124, 1993.

BIRKETT, S.; DE LANGE, K. A computational framework for a nutrient flow representation of energy utilization by growing monogastric animals. **British Journal of Nutrition**, London, v. 86, p. 661-674, 2001.

BLAXTER, K. L. **Energy metabolism in animals and man**. Cambridge: University Press, 1989. 336 p.

BLAXTER, K. L. Fasting metabolism and energy required by animals for maintenance. In: FESTSKRIFT til knud breirem. Gjøvik, Norge: Mariendals Boktrykkeri AS, 1972. p. 19-36.

BOEKHOLT, H. A. Effect of dietary energy restriction on retention of protein, fat and energy in broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 35, p. 603-614, 1994.

BOISEN, S.; VERSTEGEN, M. W. A. Evaluation of feedstuffs and pig diets. Energy or nutrient-based evaluation systems? II. Proposal for a new nutrient-based evaluation system. **Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science**, London, v. 48, p. 95-102, 1998.

BOLTON, W.; DEWAR, W. A. The digestibility of acetic, propionic and butyric acids by the fowl. **British Poultry Science**, London, v. 6, n. 2, p. 103-105, 1965.

BORGES, F.M.O. et al. Comparação de métodos de avaliação dos valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 55, n. 6, p. 710-721, 2003.

BORGES, F. M. O.; ROSTAGNO, H. S.; SAAD, C. E. P. Efeito do consumo de alimento sobre os valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte, obtidos pela metodologia da alimentação forçada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1392-1399, 2004.

BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 1156–1167, 2002.

BRUGALLI, I. et al. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 753-757, 1999.

BRUMANO, G. et al. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos protéicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2297-2302, 2006.

BULÉON, A. et al. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, Guildford, v. 23, n. 2, p. 85-112, 1998.

BUYSE, J. et al. The effect of dietary protein content on episodic growth hormone secretion and on heat production of male broilers. **British Poultry Science**, London, v. 33, p. 1101–1109, 1992.

BUYSE, J. et al. Energy and protein metabolism between 3 and 6 weeks of age of male broiler chickens selected for growth rate or for improved food efficiency. **British Poultry Science**, London, v. 39, p. 264–272, 1998.

CAFÉ, M. B. et al. Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 67-74, 2000.

CAREW, L. B.; ALSTER, F. A. Dietary carbohydrate and fat do not alter the thyroid response to protein deficiency in chicks. **Experimental Biology and Medicine**, London, v. 215, p. 82–86, 1997.

CARRE, B. Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 14., 2003, Lillehammer, Norway. **Proceedings...** [S.I.]: World's Poultry Science Association, 2003.

CHWALIBOG, A. Energetics of animal production. **Acta Agriculturae Scandinavica**, London, v. 41, n. 2, p. 147-160, 1991.

CHWALIBOG, A. et al. Gas exchange, heat production and oxidation of fat in chicken embryos from a fast or slow growing line. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, New York, v. 146, p. 305–309, 2007.

CHENG, T. K., M. L. HAMRE, AND C. N. COON. Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 6, p. 18–33, 1997.

CHOCT, M. et al. Increased small intestinal fermentation is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens. **British Poultry Science**, London, v. 37, n. 3, p. 609-621, 1996.

COELHO, M. G. R. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos, determinados com pintos e galos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AVICULTURA, 8., 1983, Camboriú. **Anais...** Camboriú: ACA/UBA, 1983. p. 79-95.

COSTA, F. G. P. et al. Valores energéticos e composição bromatológica dos fenos de jureminha, feijão bravo e maniçoba para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 813-817, 2007.

CVB (Centraal Veevoederbureau). **Table of feedstuffs. Information about composition, digestibility and feeding value.** Lelystad: Centraal

Veevoederbureau, 1998.

DAË NICKE, S. et al. Effect of energy source and xylanase addition on energy metabolism, performance, chemical body composition and total body electrical conductivity (TOBEC) of broilers, **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 85, p. 301-313, 2001.

DALE, N. M.; FULLER, H. L. Applicability of the true metabolizable energy system in practical feed formulation. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, p. 351-356, 1982.

DE BLAS, C.; MATEOS, G. G.; REBOLLAR, Y. P. G. (Ed.). **Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos**. Madrid: FEDNA - Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 1999. 496 p.

DE LANGE, C. F. M.; BIRKETT, S. H. Characterization of useful energy content in swine and poultry feed ingredients. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 85, p. 269-280, 2005.

DE GROOTE, G. Utilization of metabolizable energy. In: MORRIS, T. R.; FREEMAN, B. M. (Ed.). **Energy requirements of poultry**. Edinburgh : British Poultry Science, 1974. p. 113-133.

DE OLIVEIRA, G. A. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1398-1405, 2006.

DEMIR, E. et al. Effects of early and late feed restriction or feed withdrawal on growth performance, ascites and blood constituents of broiler chickens. **Acta Agriculturae Scandinavica section A Animal Science**, London, v. 54, p. 152-158, 2004.

DICKER, S. E.; HASLAM, J. Effects of exteriorization of the ureters on the water metabolism of the domestic fowl. **Journal of Physiology**, London, v. 224, p. 515-520, 1972.

DONALD, V.; JUDITH, G. V.; CHARLOTE, W. P. **Fundamentos da bioquímica**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

DONKOH, A.; ATUAHENE, C. C. Management of environmental temperature and rations for poultry production in the hot and humid tropics. **International Journal of Biometeorology**, Ohio, v. 32, p. 247-253, 1988.

EMMANS, G.C. Growth, body composition and feed intake. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 43, p. 208-227, 1987.

FARIA FILHO, D. E. et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 101-106, 2006.

FARREL, D. J. Rapid determination of metabolizable energy of foods using cockerels. **British Poultry Science**, London, v. 19, n. 1, p. 303–308, 1978.

FERREIRA, W. M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p. 85-113.

FISHER JR., A. A. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 314-318, 1998.

FORSUM, E.; HILLMAN, P. E; NESHEIM, M. C. Effect of energy on total heat production, basal metabolic rate, and specific dynamic action of food in rats. **The Journal of Nutrition**, Baltimore, v. 111, p. 1691-1697, 1981.

FREITAS, E. R. et al. Valor energético do óleo ácido de soja para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 241-246, 2005.

FREITAS, E. R et al. Efeito do processamento da soja integral sobre a energia metabolizável e a digestibilidade dos aminoácidos para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1938-1949, 2005.

FREITAS, H. J. et al. Avaliação de programas de iluminação sobre o desempenho zootécnico de poedeiras leves. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 424-428, 2005b.

FREITAS, E.R. et al. Energia metabolizável de alimentos na formulação de ração para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 107-115, 2006.

FREITAS, E. R. et al. Desempenho, eficiência de utilização dos nutrientes e estrutura do trato digestório de pintos de corte alimentados na fase pré-inicial com rações de diferentes formas físicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 73-78, 2008.

FUKAYAMA, E. H. et al. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1272-1280, 2005.

FURLAN, R. L. et al. Desempenho e composição da carcaça de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de arraçoamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2265-2273, 2002.

GARCIA, R. G. et al. Digestibilidade de rações contendo sorgo com e sem tanino em frangos de corte colostomizados submetidos a três temperaturas ambiente. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 257-264, 2005.

GONZÁLES-ALVARADO, J. M. et al. Effects of fiber source and heat processing of the cereal on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers fed diets based on corn or rice. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 1779-1795, 2008.

GOUS, R. M.; MORRIS, T. R. Nutritional interventions in alleviating the effects of high temperatures in broiler production. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 61, p. 463-475, 2005.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Columbus, v. 60, p. 415-422, 2004.

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

HORST, P.; MATHUR, P. K. Feathering and adaptation to tropical climates. In EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 9., 1994, Glasgow. **Resumos...** Glasgow, 1994. p. 79-82.

HOWIE, A. J. et al. The structure of feeding behavior in commercial broiler lines selected for different growth rates. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 1143-1150, 2009.

JANG, I. S. et al. Effect of qualitative and quantitative feed restriction on growth performance and immune function in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, Geneva, v. 22, n. 3, p. 388-395, 2009.

JIMENEZ-MORENO, E. et al. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 2197-2212, 2010.

JONG, I. C.; FILLERUP, M.; BLOKHUIS, H. J. Effect of scattered feeding and feeding twice a day during rearing on indicators of hunger and frustration in broiler breeders. **Applied Animal Behaviour Science**, Geneva, v. 92, p. 61-76, 2005.

JORGENSEN, H. et al. The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 75, p. 379-395, 1996.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.

JUST, A. The net energy value of crude fat for growth in pigs. **Livestock**

Production Science, Amsterdam, v. 9, p. 501-509, 1982.

KARASAWA Y.; MAEDA M. In situ degradation and absorption of [15N] urea in chicken ceca. **Comparative biochemistry and physiology**, New York, v. 111, n. 2, p. 223-22, 1995.

KIELANOWSKI J. Estimates of the energycost of protein deposition in growing animals. In: SYMPOSIUM ON ENERGY METABOLISM, 3., 1965, London. **Proceedings...** London: Academic Press, 1965. p. 13-20.

KIELANOWSKI, J. Energy requirements of the growing pig. In: COLE, D. J. A. **Pig production**. London: Butterworth, 1971. p. 183–201. Proceedings of the Eighteenth Easter School in Agricultural Science.

KOH, K.; MACLEOD, M. G. Circadian variation in heat production and respiratory quotient in growing broilers maintained at different food intakes and ambient temperatures. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 353–356, 1999.

KUNG, P.; GRUELING, H.T. Enzyme supplementation of a poultry diet containing rye and wheat. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 62, p. 139-149, 2000

LATSHAW, J. D.; MORITZ, J. S. The partitioning of metabolizable energy by broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 98-105, 2009.

LE BELLEGO, L. et al. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 1259-1271, 2001.

LE GOFF, G. et al. Influence of dietary fibre level on digestive and metabolic utilisation of energy in growing and finishing pigs. **Animal Research**, Champanelle, v. 51, p. 245-259, 2002.

LEITE, J. L. B. et al. Efeito da peletização e adição de enzimas e vitaminas sobre o desempenho e aproveitamento da energia e nutrientes em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1292-1298, 2008.

LESSON, S.; SUMMERS, J. D. Fat ME values: the effect of fatty acid saturation. **Feedstuffs**, Bloomington, v. 48, p. 26-28, 1976.

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

LI, Y.; ITO, T.; YAMAMOTO, S. Diurnal variation in heat production related to some physical activities in laying hens. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 4, p. 821-827, 1991.

LIMA, I. L. et al. Composição química e valores energéticos de alguns alimentos determinados com pintos e galos, utilizando duas metodologias. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 18, n. 6, p. 546-556, 1989.

LIMA, G. J. M. M. Qualidade nutricional do milho: situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas, 2000. p. 153-174.

LIMA, M. F. **Efeito da temperatura de expansão e da peletização no valor energético de rações para frangos de corte**. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2007.

LIN, C.; CHIANG, S.; LU, M. Comparison of the energy utilisation of conventional and Taiwanese native male broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 161, p.149–154, 2010.

LONGO, F. A. **Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte**. 2000. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

LONGO, F. A. et al. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 119-125, 2006.

LOPEZ, G.; LEESON, S. Utilization of metabolizable energy by young broilers and birds of intermediate growth rate. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1069–1076, 2005.

LOPEZ, G.; DE LANGE, K.; LEESON, S. Partitioning of Retained Energy in Broilers and Birds with Intermediate Growth Rate. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 2162–2171, 2007.

LOPEZ, G.; LEESON, S. Review: energy partitioning in broiler chickens. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 88, p. 205-212, 2008.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. 375 p.

MBAJIORJU, C. A.; NG'AMBI, J. W.; NORRIS, D. D. Voluntary feed intake and nutrient composition in chickens. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v. 6, n. 1, p. 20-28, 2011.

MACLEOD, M. G. et al. The contribution of locomotion activity to energy expenditure in the domestic fowl. In: EKERN, A.; SUNDSTOL, S. **Energy metabolism of farm animal**. Norway: The Agricultural University of Norway, 1982. p. 297-300.

MACLEOD, M. G. Fat deposition and heat production as responses to surplus dietary energy in fowls given a wide range of metabolisable energy: protein ratios. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 5, p. 1097-1108, 1991.

MACLEOD, M. G. et al. Effects of long-term food restriction on energy expenditure and thermoregulation in broiler-breeder fowls (*Gallus domesticus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, New York, v. 106A, n. 2, p. 221-225, 1993.

MACLEOD, M. G. Modelling the utilization of dietary energy and amino acids by poultry. In: FEEDING systems and feed evaluation models. Madison: Cab International. 2000. p. 393-412.

MACLEOD, M.G. Energy utilization: measurement and prediction. In: MCNAB, J.; BOORMAN, N. **Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value**. III. Feedstuff quality: quantitative assessment. New York: CAB Publishing, 2002. p. 191-217.

MAZZUCO, H.; GUIDONI, A. L.; JAENISCH, F. R. Efeito da restrição alimentar qualitativa sobre o ganho compensatório em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 543-549, 2000.

McDONALD, P. et al. **Animal nutrition**. 6th ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2002. 693 p.

MELLO, H. H. C. et al. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 863-868, 2009.

MOEHN, S.; ATAKORA, J.; BALL, R. O. Using net energy for diet formulation: potential for the canadian pig industry. **Advances in Pork Production**, Alberta, v. 16, p. 119, 2005.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young no-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 108, p. 95-117, 2003.

MOREIRA, I et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados a calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 6, p. 916-929, 1994.

MOUGHAN, P. J.; VERSTEGEN, M. W. A.; VISSER-REYNEVELD, M. **Feed evaluation – principles and practice**. Wageningen: Wageningen Pers, 2000.

MUSHARAF, N. A.; LATSHAW, J. D. Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Columbus, v. 55, p. 233-240, 1999.

NASCIF, C. C. C. et al. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 375-385, 2004.

NASCIMENTO, A. H. et al. Composição química e valores de energia metabolizável das farinhas de penas e vísceras determinados por diferentes metodologias para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1409-1417, 2002.

NASCIMENTO, A. H. et al. Valores de energia metabolizável de farinhas de penas e de vísceras determinados com diferentes níveis de inclusão e duas idades das aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 877-881, 2005.

NASCIMENTO, G. A. J. et al. Equações de predição para estimar os valores energéticos de alimentos concentrados de origem vegetal para aves utilizando a metanálise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1265-1271, 2009.

NASCIMENTO, G. A. J. et al. Equações de predição para estimar os valores da EMAn de alimentos protéicos para aves utilizando a meta-análise. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 10, p. 2172-2177, 2011.

NEHRING, K.; HAENLEIN, G. F. W. Feed evaluation and ration calculation based on net energyfat. **Journal of Animal Science**, Champaign v. 36, n. 5, p. 949-964, 1973.

NEME, R. et al. Modelling energy utilization for laying type pullets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 39-46, 2005.

NEME, R. et al. Curvas de crescimento e de deposição dos componentes corporais em aves de postura de diferentes linhagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.1091-1100, 2006.

NERY, L. R. et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1354-1358, 2007.

NIETO, R. et al. Effect of dietary protein quality on energy metabolism in growing chickens. **British Journal of Nutrition**, London, v. 74, n. 2, p. 163-172,

1995.

NITSAN, Z. et al. Effect of added soyabean oil and dietary energy on metabolisable and net energy of broiler diets. **British Poultry Science**, London, v. 38, n. 1, p. 101-106, 1997.

NOBLET, J.; HENRY, Y. Energy evaluation systems for pig diets. In: BATTERHAM, E. S. **Manipulating pig production III**. Attwood: Australasian Pig Science Association, 1991. p. 87-110.

NOBLET, J.; HENRY, Y. Energy evaluation systems for pig diets: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 36, p. 121-141, 1993.

NOBLET, J. et al. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 344-354, 1994.

NOBLET, J. Digestive and metabolic utilization of energy in pig feeds: comparison of energy systems. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J.; HARESIGN, W. **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 1996. p. 207-231.

NOBLET, J. Digestive and metabolic utilization of energy in swine: application to energy evaluation systems. **Journal Applied Animal Research**, Izatnagar, India, v. 17, p. 113-132, 2000.

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

NOBLET, J. et al. Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production and nitrogen and energy balance in growing pigs. **Animal Research**, Champanelle, v. 50, p. 227-238, 2001.

NOBLET, J. et al. Effect of body weight and dietary crude protein on energy utilization in growing pigs and broilers. In: SOUFFRANT, W. B.; METGES, C. C. **Progress in research on energy and protein metabolism**. Rostock-Warnemünde: EAAP, 2003. p. 205-208. (EAAP publication, 109).

NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82 p. 229-238, 2004.

NOBLET, J. Recent developments in net energy research for swine. **Advances in Pork Production**, Alberta, v. 18, p. 149-156, 2007.

NRC – National Research Council. **Nutrient requirements of poultry**. 9th ed. Washington: National Academy Press, 1994. 176 p.

NRC – National Research Council. **Nutrient requirements of swine**. 10th ed. Washington: National Academic Press, 1998. 189 p.

NUNES, R. V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. 2003. 103 f. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

OKUMURA, J. Method of colostomy and canulation of the chicken. **British Poultry Science**, London, v. 17, p. 547- 551, 1976.

OLIVEIRA, W. P. et al. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1092-1098, 2010.

OLIVEIRA NETO, A. R. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1132-1140, 2000.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, W. P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, p. 205-208, 2009.

OLUKOSI, O. A.; COWIESON, A. J.; ADEOLA, O. Energy utilization and growth performance of broilers receiving diets supplemented with enzymes containing carbohydrase or phytase activity individually or in combination. **British Journal of Nutrition**, London, v. 99, p. 682–690, 2008.

PEGURI , A.; COON, C. Effect of feather coverage and temperature on layer performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 7, p. 1318-1329, 1993.

PÉRON, A. et al. Effects of food deprivation and particle size of ground wheat on digestibility of food components in broilers fed on a pelleted diet. **British Poultry Science**, London, v. 46, n. 2, p. 223-30, 2005.

PINCHASOV. Y.; GALILI, D. Energy requirement of feed-restricted broiler breeder pullets. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 1792-5, 1990.

PIRGOZLIEV, V. R. et al. Efficiency of utilisation of metabolizable energy for carcass energy retention in broiler chickens fed different wheat cultivars. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 81, p. 99-106, 2001.

POMAR, C. D.; HARRIS, L.; MINVIELLE, F. Computer simulation model of swine production systems. 1. Modeling the growth of young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 1468-1488, 1991.

RABELLO, C. B. et al. Efeito da temperatura ambiente e do sistema de criação sobre as exigências de energia metabolizável para manutenção de aves reprodutoras pesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 382-390, 2004.

RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A.; FERNANDES, M. H. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. São Paulo: FUNEP, 2006. p. 311-332.

REYTENS, N. Energy evaluation of feedstuffs. **World's Poultry Science Journal**, Columbus, v. 28, p. 311-317, 1972.

RIVERA-TORRES, V. et al. Dynamics of energy utilization in male and female turkeys during growth. **Animal**, Cambridge, v. 5, n. 2, p. 202–210, 2011.

ROBINSON, F. E.; ROBINSON, N. A.; SCOTT, T. A. Reproductive performance, growth and body composition of full-fed versus feed restricted broiler breeder hens. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 71, p. 549-556, 1991.

ROBINSON, F. E.; ROBINSON, N. A.; HARDIN, R. T. The effects of 20-week body weight and feed allocation during early lay on female broiler breeders. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 4, p. 203-210, 1995.

RODRIGUES, P. B. et al. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 882-889, 2005.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico as aves. In: CONFERÊNCIA APINCO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1994, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 1994. p. 99-110.

SAHRAEI, M. Feed restriction in broiler chickens production: a review. **Global Veterinaria**, Dubai, v. 8, n. 5, p. 449-458, 2012.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, R. Conceitos inovadores aplicáveis à nutrição de não ruminantes. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 22, p. 125-146, 1998.

SAKOMURA, N. K. et al. Modeling metabolizable energy utilization in broiler breeder pullets. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 419-427, 2003.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N. K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 1–11, 2004.

SAKOMURA, N. K. et al. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1363–

1369, 2005.

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

SAMARA, M. H; ROBBINS, K. R.; SMITH, M. O. Interaction of feeding time and temperature and their relationship to performance of the broiler breeder hen. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p. 34-41, 1996.

SARMIENTO-FRANCO, L.; MACLEOD, M. G.; MCNAB, J. M. True metabolisable energy, heat increment and net energy values of two high fibre foodstuffs in cockerels. **British Poultry Science**, London, v. 41, p. 625-629, 2000.

SATO, M.; TACHIBANA, T.; FURUSE, M. Heat production and lipid metabolism in broiler and layer chickens during embryonic development. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, New York, v. 143, p. 382–388, 2006.

SAVORY, C. J. A growth study of broiler and layer chicks reared in single-strain and mixed strain groups. **British Poultry Science**, London, v. 16, p. 315-318, 1975.

SAVORY, C. J.; MAROS, K. Influence of degree of food restriction, age and time of day on behavior of broiler breeder chickens. **Behavioural Processes**, Utrecht, v. 29, p. 179- 190, 1993.

SAVORY, C. J.; KOSTAL, L. Temporal patterning of oral stereotypies in restricted-fed fowls: 1. Investigations with a single daily meal. **International Journal of Comparative Psychology**, Washington, v. 9, n. 3, p. 117-139, 1996.

SCHINCKEL, A. P. et al. Impact of alternative energy systems on the estimated feed requirements of pigs with varying lean and fat tissue growth rates when fed corn and soybean meal-based diets. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 24, p. 198–207, 2008.

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**, Champaign, v. 42, p. 313-325, 1963.

SIBBALD, I. R. **Energy values in feed formulation**. Ottawa: Animal Research Institute, Agriculture Canada Central Experimental Farm, 1975.

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

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

1982.

SIBBALD, I. R.; MORSE, P. M. Pooling excreta prior to calorimetry in bioassay for true metabolizable energy: the effect on estimates of variance. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, p. 1853-1858, 1982.

SIBBALD, I. R. Estimation of bioavailable amino acids in feedingstuffs for poultry and pigs: a review with emphasis on balance experiments. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 67, p. 221-223, 1987.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 344-352, 2003.

SILVA, Y. L. S. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 840-848, 2006.

SILVA, C. S. et al. Avaliação de milhos de diferentes densidades para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 7, p. 1554-1561, 2011.

SKINNER, J. T.; WALDROUP, A. L.; WALDROUP, P. W. Effects of dietary nutrient density on performance and carcass quality of broilers 42 to 49 days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 1, p. 367-372, 1992.

SKINNER-NOBLE, D. O.; MCKINNEY, L. J.; TEETER, R. G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: III. Feed form affects broiler performance by modifying behavior patterns. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 403-411, 2005.

SKALAN, D.; PLAVNIK, I. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**, London, v. 43, p. 442-449, 2002.

STRINGHINI, J. H. et al. Desempenho de pintos de corte alimentados com rações contendo milho pré-gelatinizado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1738-1744, 2009.

TEMIM, S. et al. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **The Journal of Nutrition**, Baltimore, v. 130, p. 813-819, 2000.

VAN MILGEN, J. et al. Dynamic aspects of oxygen consumption and carbon dioxide production in swine. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 78, p. 397-410, 1997.

VAN MILGEN, J.; QUINIOU, N.; NOBLET, J. Modelling the relation between energy intake and protein and lipid deposition in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 119–130, 2000.

VAN MILGEN, J.; NOBLET, J.; DUBOIS, S. Energetic efficiency of starch, protein and lipid utilization in growing pigs. **The Journal of Nutrition**, Baltimore, v. 131, p. 1309-1319, 2001.

VAN MILGEN, J. et al. Utilization of metabolisable energy in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, supl. 1, p. 170, 2001b.

VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 86-93, 2003.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Cambridge, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VASCONCELLOS, C. H. F. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de corte machos de 21 a 42 dias de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1039-1048, 2010.

VASCONCELLOS, C. H. F. et al. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 659-669, 2011.

VASCONCELLOS, C. H. F. et al. Efeitos da redução da proteína dietética sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 662-667, 2012.

VIEIRA, S. L. et al. Utilização da energia de dietas para frangos de corte formuladas com óleo ácido de soja. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 127-139, 2002.

VIEIRA, R. O. et al. Composição química e energia metabolizável de híbridos de milho para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 832-838, 2007.

WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts Reviews**, Wallingford, v. 51, p. 789–820, 1981.

WARPECHOWSKI, M. B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de matrizes machos pesados, intactos, cecectomizados e fistulados no íleo terminal**. 1996. 119 f. Dissertação

(Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

WARPECHOWSKI, M. B. et al. Energy utilization and heat production in male broilers fed normal or high fat diets. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, n. 1, 2004.

WARPECHOWSKI, M. B. **Efeito do nível e fonte de fibra sobre a concentração e a utilização da energia metabolizável de dietas para frangos de corte em crescimento**. 2005. 175 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

WENK C. Summary of the discussion: energy metabolism of farm animals. In: MCCracken, K. J.; UNSWORTH, E. F.; WYLIE, A. R. G. In: **of the 14th SYMPOSIUM ON ENERGY METABOLISM**, 14., 1997, Newcastle, Northern Ireland. **Proceedings...** Cambridge: University Press, 1997. p. 265-267.

WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, p. 21–33, 2001.

WIERNUSZ, C. J. **Energetic efficiency of substrate source as related to broiler protein and lipid accretion**. 1994. 422 f. Thesis (Ph. D.) - Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State University, Oklahoma, 1994.

WISEMAN, J.; SALVADOR, F. Influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed to broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 573 -582, 1991.

WITHERS, P. C. Animal energetics. In: WITHERS P. C. (Ed.). **Comparative animal physiology**. Fort Worth: Saunders College Publishing, 1992. p. 82-121.

WOLYNETZ, M. S.; SIBBALD, I. R. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. **Poultry Science**, Champaign, v. 63, p. 1386-1399, 1984.

WOLYNETZ, M. S.; FORTIN, A. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 1961-1972, 1987.

YO, T. et al. Self-selection of dietary protein and energy by broilers grown under a tropical climate: effect of feed particle size on the feed choice. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 1467–1473, 1997.

YOUSUF, A. B. **Effective caloric value of nutritional and non-nutritional components of broiler nutrition**. 2006. 122 f. Thesis (Doctor of Philosophy) - Faculty of the Graduate College of the Oklahoma State University, Oklahoma, 2006.

YU, W. M.; ROBINSON, F. E. The application of short-term feed restriction to broiler chicken production a review. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 1, p. 147-153, 1992.

ZANELLA, I. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 4, p. 561-568, 1999.

ZANUSSO, J. T. et al. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1068-1074, 1999.

ZHANG, B.; COON, C. N. Nutrient modeling for laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 3, p. 416-431, 1994.

ZUBAIR, A. K.; LESSON, S. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. **World's Poultry Science**, Columbus, v. 52, p. 192-201, 1996.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Dados de desempenho³ – CAPÍTULO II

TRAT	Fonte	Rest	consumN	pesoIn	pesoFi	GP	ca
1	basal	av	1716,00	1,29	2497,00	1204,00	1,43
1	basal	av	1714,00	1,38	2348,00	966,00	1,77
1	basal	av	1160,00	1,32	2155,00	837,00	1,39
1	basal	av	1785,00	1,37	2395,00	1023,00	1,74
1	basal	av	1740,00	1,35	2412,00	1062,00	1,64
1	basal	av	1714,00	1,41	2346,00	933,00	1,84
1	basal	av	1725,00	1,16	2345,00	1184,00	1,46
2	basal	rest	1277,00	1,27	1825,00	553,00	2,31
2	basal	rest	1277,00	1,39	1948,00	556,00	2,30
2	basal	rest	1277,00	1,22	1818,00	600,00	2,13
2	basal	rest	1277,00	1,36	2045,00	686,00	1,86
2	basal	rest	1277,00	1,44	2045,00	609,00	2,10
2	basal	rest	1277,00	1,41	1991,00	578,00	2,21
2	basal	rest	1277,00	1,07	1823,00	749,00	1,70
3	inulina	av	1597,00	1,36	2325,00	963,00	1,66
3	inulina	av	1553,00	1,25	2214,00	963,00	1,61
3	inulina	av	1927,00	1,34	2639,00	1300,00	1,48
3	inulina	av	1458,00	1,37	2076,00	703,00	2,07
3	inulina	av	1789,00	1,14	2390,00	1250,00	1,43
3	inulina	av	1624,00	1,36	2435,00	1071,00	1,52
3	inulina	av	1681,00	1,39	2437,00	1046,00	1,61
4	inulina	rest	1277,00	1,41	1979,00	568,00	2,25
4	inulina	rest	1277,00	1,37	1965,00	594,00	2,15
4	inulina	rest	1277,00	1,37	1941,00	571,00	2,24
4	inulina	rest	1277,00	1,45	2042,00	588,00	2,17
4	inulina	rest	1277,00	1,28	1873,00	590,00	2,16
4	inulina	rest	1277,00	1,53	2047,00	515,00	2,48
4	inulina	rest	1277,00	1,27	1892,00	627,00	2,04
5	celulose	av	1850,00	1,53	2708,00	1175,00	1,57
5	celulose	av	1828,00	1,30	2479,00	1182,00	1,55
5	celulose	av	1721,00	1,31	2383,00	1071,00	1,61
5	celulose	av	1851,00	1,45	2515,00	1064,00	1,74
5	celulose	av	1659,00	1,36	2323,00	967,00	1,72
5	celulose	av	1528,00	1,21	2135,00	924,00	1,65
5	celulose	av	1680,00	1,37	2341,00	968,00	1,74
6	celulose	rest	1277,00	1,29	1937,00	650,00	1,96
6	celulose	rest	1277,00	1,37	1938,00	568,00	2,25
6	celulose	rest	1277,00	1,43	1976,00	549,00	2,33
6	celulose	rest	1277,00	1,27	1924,00	651,00	1,96

³ CONTINUA...

APÊNDICE 1 – Dados de desempenho – CAPÍTULO II - CONTINUAÇÃO

TRAT	Fonte	Rest	consumN	pesoIn	pesoFi	GP	Ca
6	celulose	rest	1277,00	1,36	1960,00	596,00	2,14
6	celulose	rest	1277,00	1,36	1951,00	595,00	2,15
7	celeinulin	av	1787,00	1,23	2406,00	1172,00	1,52
7	celeinulin	av	1907,00	1,30	2382,00	1082,00	1,76
7	celeinulin	av	1611,00	1,33	2385,00	1059,00	1,52
7	celeinulin	av	1917,00	1,43	2692,00	1261,00	1,52
7	celeinulin	av	1780,00	1,42	2599,00	1178,00	1,51
7	celeinulin	av	1696,00	1,23	2323,00	1095,00	1,55
7	celeinulin	av	1687,00	1,35	2410,00	1062,00	1,59
8	celeinulin	rest	1277,00	1,31	1843,00	534,00	2,39
8	celeinulin	rest	1277,00	1,37	2007,00	642,00	1,99
8	celeinulin	rest	1277,00	1,42	2089,00	668,00	1,91
8	celeinulin	rest	1277,00	1,29	1909,00	623,00	2,05
8	celeinulin	rest	1277,00	1,37	2036,00	669,00	1,91
8	celeinulin	rest	1277,00	1,21	1929,00	715,00	1,79
8	celeinulin	rest	1277,00	1,29	1917,00	624,00	2,05
9	trigo	av	1728,00	1,36	2437,00	1075,00	1,61
9	trigo	av	1687,00	1,35	2455,00	1109,00	1,52
9	trigo	av	1769,00	1,41	2514,00	1102,00	1,61
9	trigo	av	1665,00	1,10	2162,00	1063,00	1,57
9	trigo	av	1728,00	1,37	2471,00	1097,00	1,58
9	trigo	av	1394,00	1,15	1981,00	828,00	1,68
9	trigo	av	1759,00	1,36	2435,00	1077,00	1,63
10	trigo	rest	1277,00	1,16	1871,00	709,00	1,80
10	trigo	rest	1277,00	1,19	1828,00	636,00	2,01
10	trigo	rest	1277,00	1,33	1926,00	599,00	2,13
10	trigo	rest	1277,00	1,39	1954,00	568,00	2,25
10	trigo	rest	1277,00	1,31	1996,00	682,00	1,87
10	trigo	rest	1277,00	1,43	1934,00	504,00	2,53
10	trigo	rest	1277,00	1,40	1989,00	585,00	2,18

APÊNDICE 1 – Dados de metabolismo⁴ – CAPÍTULO II

TRAT	Fonte	Rest	CMMS	CMEB	CMPB	TTD
1	basal	av	68,61	77,78	64,17	305
1	basal	av	63,97	73,96	51,44	290
1	basal	av	62,67	72,43	54,33	285
1	basal	av	67,83	77,94	53,84	170
1	basal	av	64,70	73,90	55,02	325
1	basal	av	59,77	71,34	50,91	208
1	basal	av	65,44	76,17	63,71	213
2	basal	rest	67,60	76,70	65,05	192
2	basal	rest	66,48	76,42	62,97	199
2	basal	rest	66,67	76,48	63,16	182
2	basal	rest	61,85	72,60	55,56	173
2	basal	rest	68,55	77,99	65,10	183
2	basal	rest	65,56	75,92	57,06	199
2	basal	rest	65,46	75,52	60,31	213
3	inulina	av	70,61	75,13	61,57	187
3	inulina	av	71,59	76,92	67,12	235
3	inulina	av	66,72	73,09	61,51	305
3	inulina	av	67,94	74,68	53,59	355
3	inulina	av	70,29	75,45	58,10	177
3	inulina	av	68,40	74,09	62,62	235
3	inulina	av	65,67	72,54	57,60	213
4	inulina	rest	62,85	68,89	52,39	198
4	inulina	rest	70,88	76,81	65,05	175
4	inulina	rest	71,92	77,09	65,11	187
4	inulina	rest	70,61	76,73	63,64	157
4	inulina	rest	70,14	75,11	59,93	152
4	inulina	rest	65,19	71,68	63,87	213
4	inulina	rest	66,62	72,60	56,83	185
5	celulose	av	69,95	76,02	64,65	199
5	celulose	av	67,47	73,79	63,59	225
5	celulose	av	65,78	72,26	68,64	240
5	celulose	av	72,51	77,87	68,71	145
5	celulose	av	70,49	75,59	64,64	208
5	celulose	av	66,98	73,23	57,39	225
5	celulose	av	66,49	72,40	57,76	187
6	celulose	rest	71,25	76,79	66,35	149
6	celulose	rest	70,07	76,24	67,74	144
6	celulose	rest	67,70	74,12	63,91	149
6	celulose	rest	69,01	75,12	67,50	159

⁴ CONTINUA....

APÊNDICE 1 – Dados de metabolismo – CAPÍTULO II

TRAT	Fonte	Rest	CMMS	CMEB	CMPB	TTD
6	celulose	rest	68,16	74,17	61,51	290
6	celulose	rest	66,40	72,44	61,07	163
7	celeinulin	av	65,52	71,37	59,47	175
7	celeinulin	av	66,60	71,97	62,81	159
7	celeinulin	av	71,09	77,04	65,64	213
7	celeinulin	av	65,19	71,83	56,13	208
7	celeinulin	av	70,08	74,83	67,14	213
7	celeinulin	av	63,54	69,77	55,45	259
7	celeinulin	av	69,29	74,59	66,73	225
8	celeinulin	rest	68,76	74,19	59,76	240
8	celeinulin	rest	69,14	74,60	63,13	225
8	celeinulin	rest	67,20	72,42	64,70	280
8	celeinulin	rest	64,29	70,30	55,03	199
8	celeinulin	rest	69,18	75,11	63,42	163
8	celeinulin	rest	68,96	74,97	62,96	178
8	celeinulin	rest	64,65	70,94	53,31	177
9	trigo	av	70,91	76,14	62,40	240
9	trigo	av	70,41	74,91	62,76	213
9	trigo	av	67,32	72,50	59,58	325
9	trigo	av	70,79	75,43	58,84	199
9	trigo	av	70,24	74,85	63,12	249
9	trigo	av	66,34	71,50	56,84	273
9	trigo	av	67,89	72,53	60,27	259
10	trigo	rest	67,75	73,52	55,19	235
10	trigo	rest	64,62	70,18	52,88	199
10	trigo	rest	67,69	72,39	57,15	213
10	trigo	rest	70,74	75,47	61,43	152
10	trigo	rest	69,78	74,41	59,16	249
10	trigo	rest	63,79	68,82	54,79	178
10	trigo	rest	66,14	72,14	59,00	199

APÊNDICE 1 – Dados de composição corporal e % de penas⁵ – CAPÍTULO II

TRAT	Fonte	Rest	MScrc	CZcrc	PBcrc	EBcrc	GBcrc	penaspct
1	Basal	av	31,04	9,02	53,59	6453,55	36,58	4,00
1	Basal	av	31,68	7,81	53,20	6679,08	39,23	4,09
1	Basal	av	31,08	9,23	57,49	6145,87	30,93	7,01
1	Basal	av	34,67	6,58	52,86	6871,52	41,50	3,47
1	Basal	av	33,09	7,64	55,86	6770,36	38,60	4,39
1	Basal	av	31,93	7,18	58,17	6889,36	38,47	3,62
1	Basal	av	31,33	6,88	54,43	7060,59	42,57	4,52
2	Basal	rest	29,05	9,10	59,49	6360,51	32,01	5,81
2	basal	rest	31,06	8,50	55,58	6394,11	34,74	5,13
2	basal	rest	30,25	9,49	58,20	6298,95	32,14	4,57
2	basal	rest	31,87	8,04	58,21	6336,85	32,54	4,55
2	basal	rest	30,41	9,05	59,78	6321,05	31,42	3,57
2	basal	rest	30,15	8,74	57,57	6864,54	38,57	4,87
2	basal	rest	30,21	8,28	57,55	6670,33	36,50	4,83
3	inulina	av	31,86	7,59	54,63	6626,79	37,80	4,52
3	inulina	av	31,51	8,17	57,60	6528,94	34,96	4,88
3	inulina	av	33,35	6,48	52,75	6815,43	40,96	4,51
3	inulina	av	35,37	7,01	50,37	6749,08	41,69	3,42
3	inulina	av	32,66	7,76	50,77	6739,23	41,34	4,35
3	inulina	av	31,92	7,93	55,80	7082,05	41,97	4,48
3	inulina	av	36,14	6,77	48,51	7109,68	46,68	5,09
4	inulina	rest	32,16	6,80	56,37	6618,17	36,66	5,26
4	inulina	rest	31,99	8,26	54,07	6665,95	38,56	4,12
4	inulina	rest	33,87	8,67	52,10	6633,96	39,41	4,48
4	inulina	rest	31,36	8,12	57,25	6278,16	32,49	3,28
4	inulina	rest	34,47	7,71	53,49	6697,17	39,25	5,18
4	inulina	rest	28,84	8,64	59,70	6625,66	34,72	4,45
4	inulina	rest	29,73	7,63	58,28	6779,74	37,23	3,44
5	celulose	av	33,53	7,37	52,20	7027,26	43,56	4,28
5	celulose	av	32,61	7,55	54,96	6629,46	37,63	4,07
5	celulose	av	33,63	7,26	51,39	6689,12	40,43	4,70
5	celulose	av	32,54	6,73	54,82	6654,90	37,99	4,57
5	celulose	av	33,93	7,50	52,39	6780,77	40,81	4,48
5	celulose	av	31,50	8,54	54,73	6447,30	35,82	4,54
5	celulose	av	33,66	6,83	50,19	6739,10	41,70	3,55
6	celulose	rest	30,20	8,51	57,45	6526,15	35,02	4,65
6	celulose	rest	29,99	8,84	61,96	6489,51	31,90	4,33
6	celulose	rest	30,85	8,23	55,81	6574,41	36,53	5,87
6	celulose	rest	31,02	9,34	60,53	6576,75	33,70	5,09

APÊNDICE 1 – Dados de composição corporal e % de penas – CAPÍTULO⁵ CONTINUA...

II - CONTINUAÇÃO

TRAT	Fonte	Rest	MScrc	CZcrc	PBcrc	EBcrc	GBcrc	penaspct
6	celulose	rest	29,60	8,84	57,79	6296,93	32,36	4,85
6	celulose	rest	32,92	8,81	55,67	6473,32	35,53	5,13
7	celeinulin	av	33,68	7,02	52,14	6996,98	43,27	4,61
7	celeinulin	av	33,55	7,43	53,31	6654,77	38,90	4,03
7	celeinulin	av	32,17	7,66	56,53	6640,85	36,80	4,65
7	celeinulin	av	31,87	6,67	50,93	6906,52	43,04	3,68
7	celeinulin	av	30,62	7,09	55,51	6426,05	35,12	4,00
7	celeinulin	av	31,37	8,03	53,83	6772,52	39,85	4,82
7	celeinulin	av	33,18	7,38	53,97	6889,11	41,01	4,65
8	celeinulin	rest	28,86	9,27	60,80	6051,29	27,92	4,61
8	celeinulin	rest	29,78	8,50	59,74	6485,81	33,20	4,88
8	celeinulin	rest	31,30	8,94	58,71	6433,39	33,27	3,88
8	celeinulin	rest	32,95	8,23	57,76	6455,76	34,08	4,40
8	celeinulin	rest	35,25	7,26	51,31	6772,53	41,37	4,47
8	celeinulin	rest	28,28	8,36	62,45	6827,57	35,22	4,67
8	celeinulin	rest	32,60	8,52	53,81	6741,76	39,53	4,96
9	trigo	av	33,00	7,37	50,81	6961,48	43,70	3,94
9	trigo	av	33,81	7,23	51,78	6741,11	40,75	4,28
9	trigo	av	33,45	7,41	52,49	6529,65	38,06	4,22
9	trigo	av	32,33	7,86	52,86	6545,76	38,01	4,63
9	trigo	av	31,65	7,27	53,89	6845,67	40,59	4,82
9	trigo	av	30,05	7,38	56,55	6725,28	37,70	5,05
9	trigo	av	31,87	7,28	55,79	6778,18	38,72	4,02
10	trigo	rest	31,13	9,29	54,71	6551,91	36,96	4,38
10	trigo	rest	30,72	8,69	53,20	6583,87	38,21	4,76
10	trigo	rest	32,85	8,34	55,60	6458,42	35,42	4,67
10	trigo	rest	30,64	9,18	57,04	6418,30	34,11	3,89
10	trigo	rest	32,85	6,96	52,78	6726,88	39,99	3,96
10	trigo	rest	30,36	8,93	56,90	6612,41	36,28	3,15
10	trigo	rest	31,68	8,42	56,31	6891,42	39,62	4,47

APÊNDICE 1 – Dados de energia e consumo de EMA e PB⁶ – CAPÍTULO II

TRAT	Fonte	Rest	EMAMS	EMAnMS	EMAcons	Pbcons
1	basal	av	3511,07	3331,14	5468,58	332,10
1	basal	av	3338,61	3194,37	5193,90	331,71
1	basal	av	3269,29	3116,93	3442,14	224,49
1	basal	av	3518,00	3367,01	5699,70	345,45
1	basal	av	3335,62	3181,31	5267,97	336,74
1	basal	av	3220,34	3077,57	5009,91	331,71
1	basal	av	3438,19	3259,52	5383,15	333,84
2	basal	rest	3462,27	3279,86	4013,00	247,14
2	basal	rest	3449,33	3272,76	3998,01	247,14
2	basal	rest	3452,25	3275,13	4001,39	247,14
2	basal	rest	3276,91	3121,11	3798,16	247,14
2	basal	rest	3520,56	3338,00	4080,57	247,14
2	basal	rest	3426,76	3266,75	3971,84	247,14
2	basal	rest	3408,95	3239,82	3951,21	247,14
3	inulina	av	3590,56	3416,72	5140,33	307,35
3	inulina	av	3675,69	3486,16	5117,21	298,88
3	inulina	av	3492,73	3319,05	6033,51	370,86
3	inulina	av	3568,81	3417,49	4664,48	280,60
3	inulina	av	3605,62	3441,56	5782,47	344,30
3	inulina	av	3540,45	3363,65	5154,28	312,55
3	inulina	av	3466,50	3303,85	5223,74	323,52
4	inulina	rest	3291,99	3144,06	3768,54	245,77
4	inulina	rest	3670,64	3486,97	4202,00	245,77
4	inulina	rest	3684,06	3500,23	4217,36	245,77
4	inulina	rest	3666,75	3487,06	4197,54	245,77
4	inulina	rest	3589,36	3420,13	4108,95	245,77
4	inulina	rest	3425,48	3245,14	3921,35	245,77
4	inulina	rest	3469,52	3309,05	3971,77	245,77
5	celulose	av	3616,90	3424,82	6064,36	369,61
5	celulose	av	3510,82	3321,67	5816,48	365,21
5	celulose	av	3437,78	3234,65	5362,11	343,84
5	celulose	av	3704,66	3501,33	6214,86	369,81
5	celulose	av	3596,58	3404,52	5407,70	331,45
5	celulose	av	3484,06	3312,07	4824,87	305,28
5	celulose	av	3444,70	3271,69	5244,90	335,64
6	celulose	rest	3653,55	3456,75	4228,46	255,13
6	celulose	rest	3627,47	3426,84	4198,28	255,13
6	celulose	rest	3526,56	3336,53	4081,49	255,13
6	celulose	rest	3574,17	3374,20	4136,59	255,13

APÊNDICE 1 – Dados de energia e consumo de EMA e PB – CAPÍTULO II –⁶ CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

6	celulose	rest	3528,98	3345,60	4084,29	255,13
6	celulose	rest	3446,65	3264,46	3989,00	255,13
7	celeinulin	av	3359,75	3194,74	5423,85	340,59
7	celeinulin	av	3388,00	3213,71	5836,74	363,46
7	celeinulin	av	3627,02	3444,88	5278,64	307,05
7	celeinulin	av	3381,40	3225,66	5855,92	365,37
7	celeinulin	av	3522,78	3336,49	5664,76	339,26
7	celeinulin	av	3284,60	3130,75	5032,51	323,25
7	celeinulin	av	3511,51	3326,33	5351,61	321,53
8	celeinulin	rest	3492,91	3327,09	4029,53	243,39
8	celeinulin	rest	3511,96	3336,80	4051,50	243,39
8	celeinulin	rest	3409,61	3230,07	3933,43	243,39
8	celeinulin	rest	3309,58	3156,89	3818,04	243,39
8	celeinulin	rest	3536,27	3360,30	4079,55	243,39
8	celeinulin	rest	3529,34	3354,65	4071,56	243,39
8	celeinulin	rest	3339,57	3191,64	3852,64	243,39
9	trigo	av	3577,60	3410,62	5651,07	321,35
9	trigo	av	3519,91	3352,00	5428,03	313,73
9	trigo	av	3406,54	3247,12	5508,55	328,98
9	trigo	av	3544,05	3386,61	5393,99	309,63
9	trigo	av	3516,95	3348,07	5555,28	321,35
9	trigo	av	3359,56	3207,47	4280,96	259,24
9	trigo	av	3407,72	3246,47	5479,31	327,12
10	trigo	rest	3454,29	3306,62	4032,23	237,48
10	trigo	rest	3297,37	3155,89	3849,05	237,48
10	trigo	rest	3401,27	3248,35	3970,34	237,48
10	trigo	rest	3545,85	3381,49	4139,11	237,48
10	trigo	rest	3496,38	3338,08	4081,36	237,48
10	trigo	rest	3233,74	3087,13	3774,78	237,48
10	trigo	rest	3389,68	3231,81	3956,81	237,48

APÊNDICE 1 – Dados de ganhos e retenção ⁷ – CAPÍTULO II

TRAT	Fonte	Rest	gPB	gEB	gGB	gAgua	Pbret	Ebret	Erp	Erg
1	Basal	av	202,28	2211,58	114,53	696,20	60,91	40,44	63,27	59,30
1	Basal	av	176,52	2117,07	119,99	572,43	53,22	40,76	56,04	63,06
1	Basal	av	179,36	1295,27	30,63	391,07	79,90	37,63	60,13	17,00
1	Basal	av	219,67	2899,09	177,45	575,11	63,59	50,86	69,18	92,51
1	Basal	av	236,39	2637,71	139,48	612,49	70,20	50,07	74,48	72,75
1	Basal	av	215,05	2364,36	123,06	594,92	64,83	47,19	67,91	64,34
1	Basal	av	232,20	2872,43	167,12	752,43	69,55	53,36	76,92	91,66
2	Basal	rest	123,02	887,10	19,93	371,23	49,78	22,11	45,10	12,09
2	Basal	rest	122,65	1144,67	47,72	354,54	49,63	28,63	42,51	27,38
2	Basal	rest	131,74	1092,35	36,70	407,34	53,31	27,30	48,97	22,58
2	Basal	rest	161,68	1398,84	51,31	410,60	65,42	36,83	55,14	28,97
2	Basal	rest	134,63	1051,96	30,67	400,30	54,48	25,78	45,22	17,05
2	Basal	rest	128,00	1353,94	66,88	392,83	51,80	34,09	43,73	37,83
2	Basal	rest	156,99	1589,27	74,55	507,46	63,52	40,22	60,24	47,36
3	Inulina	av	201,33	2183,86	112,42	571,55	65,50	42,48	64,47	59,59
3	Inulina	av	217,74	2059,39	89,20	572,94	72,85	40,24	72,98	49,50
3	Inulina	av	273,46	3330,79	191,53	764,42	73,74	55,20	82,45	95,60
3	Inulina	av	147,74	2130,46	138,91	346,70	52,65	45,67	49,89	77,65
3	Inulina	av	231,23	2929,65	174,08	737,02	67,16	50,66	76,16	94,91
3	Inulina	av	226,21	2689,46	151,47	622,40	72,37	52,18	70,75	78,43
3	Inulina	av	227,66	3407,20	227,45	521,92	70,37	65,23	70,83	117,15
4	Inulina	rest	139,21	1413,82	67,62	351,03	56,64	37,52	47,72	38,37
4	Inulina	rest	117,42	1420,48	81,36	367,58	47,78	33,80	40,71	46,70
4	Inulina	rest	123,92	1608,35	97,56	323,81	50,42	38,14	43,22	56,33
4	Inulina	rest	121,29	1067,26	41,15	372,96	49,35	25,43	40,62	22,82
4	Inulina	rest	145,32	1748,92	99,71	325,30	59,13	42,56	52,50	59,63
4	Inulina	rest	105,20	859,13	28,79	374,53	42,81	21,91	34,67	15,70
4	Inulina	rest	118,71	1259,77	63,29	435,69	48,30	31,72	42,85	37,82
5	celulose	av	226,02	3107,38	194,85	639,78	61,15	51,24	65,11	92,92
5	celulose	av	245,13	2759,38	146,15	724,04	67,12	47,44	76,90	75,91
5	celulose	av	213,57	2699,66	158,81	613,80	62,11	50,35	68,18	83,92
5	celulose	av	212,03	2359,70	123,36	581,19	57,34	37,97	64,26	61,89
5	celulose	av	182,06	2314,07	136,68	465,99	54,93	42,79	58,39	72,57
5	celulose	av	181,63	1899,91	92,69	565,09	59,50	39,38	62,50	52,80
5	celulose	av	177,57	2535,87	163,24	568,88	52,90	48,35	56,55	86,06
6	celulose	rest	135,42	1274,27	54,69	437,52	53,08	30,14	48,11	32,16
6	celulose	rest	140,87	1058,29	28,26	388,68	55,21	25,21	49,17	16,33

⁷ CONTINUA...

APÊNDICE 1 – Dados de ganhos e retenção – CAPÍTULO II – CONTINUAÇÃO

6	celulose	rest	123,14	1183,06	52,48	342,81	48,27	28,99	42,10	29,70
6	celulose	rest	164,16	1406,91	51,51	419,48	64,34	34,01	58,68	30,48
6	celulose	rest	123,55	979,10	30,32	412,66	48,43	23,97	42,95	17,45
6	celulose	rest	146,19	1453,82	67,41	344,53	57,30	36,45	51,01	38,94
7	celeinulin	av	230,17	3092,38	190,82	681,51	67,58	57,01	74,19	101,82
7	celeinulin	av	220,68	2683,21	152,88	647,92	60,71	45,97	70,62	80,99
7	celeinulin	av	217,62	2304,33	114,13	616,45	70,87	43,65	69,26	60,14
7	celeinulin	av	206,73	2967,04	191,66	786,46	56,58	50,67	60,74	93,22
7	celeinulin	av	212,78	2210,99	107,11	753,73	62,72	39,03	63,75	53,13
7	celeinulin	av	202,55	2414,02	134,98	678,69	62,66	47,97	66,56	73,43
7	celeinulin	av	220,28	2739,93	159,11	624,89	68,51	51,20	69,46	83,05
8	celeinulin	rest	116,16	659,89	0,66	395,53	47,73	16,38	42,04	0,40
8	celeinulin	rest	142,87	1184,93	40,71	448,05	58,70	29,25	49,10	23,16
8	celeinulin	rest	150,20	1346,88	53,50	432,52	61,71	34,24	50,09	29,54
8	celeinulin	rest	156,20	1484,39	64,60	377,00	64,18	38,88	55,88	38,26
8	celeinulin	rest	151,54	2114,05	134,79	366,40	62,26	51,82	51,71	76,14
8	celeinulin	rest	151,14	1331,72	51,37	525,59	62,10	32,71	54,65	30,75
8	celeinulin	rest	133,71	1624,38	93,24	381,40	54,94	42,16	47,67	55,03
9	Trigo	av	184,05	2720,69	179,88	638,10	57,27	48,14	57,56	93,13
9	Trigo	av	207,27	2724,03	166,21	630,91	66,07	50,18	64,77	85,99
9	Trigo	av	202,97	2453,82	139,92	616,86	61,70	44,55	61,94	70,69
9	Trigo	av	198,12	2326,28	129,20	663,55	63,98	43,13	69,34	74,86
9	Trigo	av	209,78	2586,76	150,06	707,99	65,28	46,56	65,01	76,99
9	Trigo	av	151,65	1612,58	81,00	529,48	58,50	37,67	54,84	48,49
9	Trigo	av	211,27	2457,34	135,25	677,51	64,58	44,85	66,15	70,10
10	Trigo	rest	130,70	1457,90	76,00	450,22	55,04	36,16	48,52	46,71
10	Trigo	rest	114,35	1362,50	75,65	432,51	48,15	35,40	42,64	46,70
10	Trigo	rest	140,52	1453,13	69,47	364,03	59,17	36,60	49,63	40,62
10	Trigo	rest	116,95	1108,30	46,99	393,00	49,25	26,78	40,53	26,96
10	Trigo	rest	129,16	1718,76	104,86	402,10	54,39	42,11	44,97	60,45
10	Trigo	rest	91,27	979,96	48,95	337,64	38,43	25,96	31,50	27,96
10	Trigo	rest	128,96	1535,70	85,31	373,29	54,30	38,81	44,16	48,36

**APÊNDICE 1 – Dados de energia metabolizável e líquida da dieta⁸ –
CAPÍTULO II**

TRAT	Fonte	Rest	EB Dietas (kcal/kg)	CMEB	EM	k ₀	EL
1	basal	av	4513,86	77,78	3511,07	0,74	2598,19
1	basal	av	4513,86	73,96	3338,61	0,74	2470,57
1	basal	av	4513,86	72,43	3269,29	0,74	2419,27
1	basal	av	4513,86	77,94	3518,00	0,74	2603,32
1	basal	av	4513,86	73,90	3335,62	0,74	2468,36
1	basal	av	4513,86	71,34	3220,34	0,74	2383,05
1	basal	av	4513,86	76,17	3438,19	0,74	2544,26
2	basal	rest	4513,86	76,70	3462,27	0,74	2562,08
2	basal	rest	4513,86	76,42	3449,33	0,74	2552,50
2	basal	rest	4513,86	76,48	3452,25	0,74	2554,67
2	basal	rest	4513,86	72,60	3276,91	0,74	2424,92
2	basal	rest	4513,86	77,99	3520,56	0,74	2605,22
2	basal	rest	4513,86	75,92	3426,76	0,74	2535,80
2	basal	rest	4513,86	75,52	3408,95	0,74	2522,63
3	inulina	av	4778,88	75,13	3590,56	0,80	2872,45
3	inulina	av	4778,88	76,92	3675,69	0,80	2940,55
3	inulina	av	4778,88	73,09	3492,73	0,80	2794,18
3	inulina	av	4778,88	74,68	3568,81	0,80	2855,05
3	inulina	av	4778,88	75,45	3605,62	0,80	2884,49
3	inulina	av	4778,88	74,09	3540,45	0,80	2832,36
3	inulina	av	4778,88	72,54	3466,50	0,80	2773,20
4	inulina	rest	4778,88	68,89	3291,99	0,80	2633,59
4	inulina	rest	4778,88	76,81	3670,64	0,80	2936,51
4	inulina	rest	4778,88	77,09	3684,06	0,80	2947,25
4	inulina	rest	4778,88	76,73	3666,75	0,80	2933,40
4	inulina	rest	4778,88	75,11	3589,36	0,80	2871,49
4	inulina	rest	4778,88	71,68	3425,48	0,80	2740,39
4	inulina	rest	4778,88	72,60	3469,52	0,80	2775,62
5	celulose	av	4757,76	76,02	3616,90	0,71	2568,00
5	celulose	av	4757,76	73,79	3510,82	0,71	2492,68
5	celulose	av	4757,76	72,26	3437,78	0,71	2440,83
5	celulose	av	4757,76	77,87	3704,66	0,71	2630,31
5	celulose	av	4757,76	75,59	3596,58	0,71	2553,57
5	celulose	av	4757,76	73,23	3484,06	0,71	2473,69
5	celulose	av	4757,76	72,40	3444,70	0,71	2445,74
6	celulose	rest	4757,76	76,79	3653,55	0,71	2594,02

APÊNDICE 1 – Dados de energia metabolizável e energia líquida – CAPÍTULO

⁸ CONTINUA...

II – CONTINUAÇÃO

6	Celulose	rest	4757,76	76,24	3627,47	0,71	2575,51
6	Celulose	rest	4757,76	74,12	3526,56	0,71	2503,86
6	Celulose	rest	4757,76	75,12	3574,17	0,71	2537,66
6	Celulose	rest	4757,76	74,17	3528,98	0,71	2505,58
6	Celulose	rest	4757,76	72,44	3446,65	0,71	2447,12
7	Celeinuli	av	4707,81	71,37	3359,75	0,77	2587,01
7	Celeinul	av	4707,81	71,97	3388,00	0,77	2608,76
7	Celeinul	av	4707,81	77,04	3627,02	0,77	2792,81
7	Celeinul	av	4707,81	71,83	3381,40	0,77	2603,68
7	Celeinul	av	4707,81	74,83	3522,78	0,77	2712,54
7	Celeinul	av	4707,81	69,77	3284,60	0,77	2529,14
7	Celeinuli	av	4707,81	74,59	3511,51	0,77	2703,86
8	Celeinul	rest	4707,81	74,19	3492,91	0,77	2689,54
8	Celeinul	rest	4707,81	74,60	3511,96	0,77	2704,21
8	Celeinul	rest	4707,81	72,42	3409,61	0,77	2625,40
8	Celeinul	rest	4707,81	70,30	3309,58	0,77	2548,38
8	Celeinul	rest	4707,81	75,11	3536,27	0,77	2722,93
8	Celeinul	rest	4707,81	74,97	3529,34	0,77	2717,59
8	Celeinuli	rest	4707,81	70,94	3339,57	0,77	2571,47
9	Trigo	av	4698,59	76,14	3577,60	0,73	2611,65
9	Trigo	av	4698,59	74,91	3519,91	0,73	2569,53
9	Trigo	av	4698,59	72,50	3406,54	0,73	2486,78
9	Trigo	av	4698,59	75,43	3544,05	0,73	2587,16
9	Trigo	av	4698,59	74,85	3516,95	0,73	2567,38
9	Trigo	av	4698,59	71,50	3359,56	0,73	2452,48
9	Trigo	av	4698,59	72,53	3407,72	0,73	2487,64
10	Trigo	rest	4698,59	73,52	3454,29	0,73	2521,63
10	Trigo	rest	4698,59	70,18	3297,37	0,73	2407,08
10	Trigo	rest	4698,59	72,39	3401,27	0,73	2482,93
10	Trigo	rest	4698,59	75,47	3545,85	0,73	2588,47
10	Trigo	rest	4698,59	74,41	3496,38	0,73	2552,36
10	Trigo	rest	4698,59	68,82	3233,74	0,73	2360,63
10	Trigo	rest	4698,59	72,14	3389,68	0,73	2474,47

APÊNDICE 1 – Dados de temperatura – CAPÍTULO II

	TEMPERATURA - °C		
DATA	atual	mínima	máxima
04/dez	24,9	23,7	28
05/dez	24,5	23,4	25,4
06/dez	23,2	22,1	26,6
07/dez	24,1	23,2	27,5
08/dez	25,2	24,1	29,1
09/dez	23	22,2	29,1
10/dez	23,3	22,3	27,4
11/dez	25,3	23,3	29,1
12/dez	24,9	24,3	27,6
13/dez	20,5	20,5	26,3
14/dez	18,6	18,3	26,3

APÊNDICE 2. Dados de desempenho - CAPÍTULO III

Gaiola	tratamento	Peso Inic	Peso final	GP	CR	CA
1	1	856,67	1770,00	913,33	1525,40	1,67
7	1	849,17	1758,00	908,83	1525,40	1,68
13	1	856,67	1776,00	919,33	1525,40	1,66
19	1	855,00	1793,00	938,00	1525,40	1,63
25	1	839,17	1743,00	903,83	1525,40	1,69
31	1	860,83	1765,00	904,17	1525,40	1,69
2	2	875,00	1733,00	858,00	1689,24	1,97
8	2	851,67	1751,00	899,33	1471,60	1,64
14	2	847,50	1727,00	879,50	1471,60	1,67
20	2	870,83	1787,00	916,17	1730,91	1,89
26	2	865,83	1800,00	934,17	1699,35	1,82
32	2	864,17	1724,00	859,83	1471,60	1,71
9	3	866,67	1754,00	887,33	1437,62	1,62
15	3	868,33	1651,00	782,67	1043,95	1,33
21	3	840,00	1775,00	935,00	1452,62	1,55
27	3	840,00	1758,00	918,00	1452,62	1,58
33	3	869,17	1798,00	928,83	1622,27	1,75
4	4	841,67	1773,00	931,33	1580,49	1,70
10	4	843,33	1743,00	899,67	1479,50	1,64
16	4	873,33	1736,00	862,67	1467,83	1,70
22	4	866,67	1765,00	898,33	1462,17	1,63
28	4	839,17	1771,00	931,83	1636,10	1,76
34	4	846,67	1793,00	946,33	1020,70	1,08
5	5	834,17	1837,00	1002,83	1803,64	1,80
11	5	875,83	1825,00	949,17	1483,83	1,56
17	5	858,33	1845,00	986,67	1483,83	1,50
23	5	859,17	1844,00	984,83	1483,83	1,51
29	5	846,67	1720,00	873,33	1128,26	1,29
35	5	861,67	1797,00	935,33	1483,83	1,59
6	6	856,67	1792,00	935,33	1483,53	1,59
12	6	881,67	1972,00	1090,33	2259,97	2,07
18	6	835,83	1761,00	925,17	1483,53	1,60
24	6	875,83	1778,00	902,17	1483,53	1,64
30	6	861,67	1718,00	856,33	1461,03	1,71
36	6	841,67	1851,00	1009,33	1944,60	1,93

APÊNDICE 2. Dados de metabolismo e energia - CAPÍTULO III

Gaiola	TRAT	CMMS	CMEB	CMPB	EMA MN	EMAn MN	EMA CONS
1	1	74,69	78,55	65,62	3141,07	2975,76	4791,39
7	1	74,64	78,46	63,27	3137,66	2978,27	4786,19
13	1	72,73	76,99	60,82	3078,93	2925,70	4696,60
19	1	73,19	77,01	62,32	3079,83	2922,81	4697,97
25	1	74,48	78,30	64,52	3131,02	2968,48	4776,06
31	1	74,21	78,29	62,20	3130,92	2974,21	4775,91
2	2	75,17	79,21	59,97	3242,49	3087,25	5477,34
8	2	75,22	78,87	65,05	3228,71	3060,32	4751,37
14	2	74,31	78,33	63,80	3206,35	3041,20	4718,46
20	2	73,41	77,43	59,21	3169,52	3016,25	5486,15
26	2	74,80	78,48	63,72	3212,77	3047,83	5459,62
32	2	74,22	78,31	63,01	3205,44	3042,35	4717,12
9	3	68,15	74,21	43,33	3196,47	3057,92	4595,30
15	3	64,72	71,10	41,16	3062,53	2930,91	3197,13
21	3	68,68	74,45	53,80	3207,09	3035,07	4658,67
27	3	68,15	74,31	54,10	3201,07	3028,08	4649,92
33	3	68,01	74,09	52,48	3191,36	3023,56	5177,25
4	4	66,43	72,28	50,16	3060,24	2896,40	4836,68
10	4	66,70	73,00	50,42	3090,89	2926,19	4572,98
16	4	65,83	72,18	46,40	3055,99	2904,41	4485,68
22	4	68,57	74,38	52,48	3149,10	2977,68	4604,52
28	4	66,82	72,86	51,29	3084,75	2917,22	5046,97
34	4	67,63	74,15	50,03	3139,66	2976,24	3204,66
5	5	73,26	78,34	52,88	3313,20	3139,87	5975,83
11	5	72,17	76,84	54,29	3249,98	3072,04	4822,43
17	5	75,95	80,12	60,51	3388,68	3190,36	5028,23
23	5	72,19	76,85	57,35	3250,55	3062,59	4823,27
29	5	73,10	77,73	55,09	3287,44	3106,87	3709,10
35	5	72,23	77,32	53,99	3270,27	3093,31	4852,54
6	6	71,85	77,04	49,79	3197,46	3036,06	4743,54
12	6	70,83	75,79	50,37	3145,59	2982,30	7108,93
18	6	71,76	77,02	55,13	3196,55	3017,84	4742,19
24	6	74,21	78,97	58,47	3277,79	3088,26	4862,71
30	6	71,74	77,17	54,22	3202,98	3027,22	4679,66
36	6	71,31	76,59	56,55	3178,70	2995,39	6181,31

APÊNDICE 2. Dados de ganho de nutrientes corporais, energia metabolizável de manutenção e produção

Gaiola	TRAT	Ganho PB	Ganho EB	Ganho GB	Ganho Agua	PB retida	EB retida	EM mant	EM prod
1	1	175,86	2040,39	112,96	595,43	52,95	42,58	2055,23	2736,16
7	1	182,35	2145,89	120,21	587,79	54,97	44,83	1915,40	2870,79
13	1	175,97	2256,30	135,89	587,62	78,39	48,04	1710,15	2986,44
19	1	185,02	2254,25	130,33	602,74	53,56	47,98	1694,36	3003,60
25	1	183,80	2077,67	112,20	593,07	54,58	43,50	1979,96	2796,10
31	1	186,38	2110,62	114,19	584,19	56,19	44,19	1936,08	2839,83
2	2	172,24	1993,36	109,62	553,52	51,59	48,43	1447,11	2668,90
8	2	175,93	2191,33	128,60	574,65	71,19	46,12	1844,47	2906,90
14	2	169,56	2024,56	114,53	586,97	68,61	42,91	2019,24	2699,23
20	2	175,70	1993,88	107,57	623,59	71,09	45,07	1747,82	2676,25
26	2	192,68	2296,83	129,80	598,39	77,97	51,22	1420,87	3063,57
32	2	164,87	1947,56	109,16	572,50	66,71	41,29	2116,48	2600,65
9	3	179,49	1767,31	83,38	544,40	72,63	38,46	2149,56	2445,75
15	3	159,18	1444,92	60,90	474,44	51,79	49,95	865,62	2027,24
21	3	187,00	2055,57	109,18	614,09	62,57	44,12	1868,01	2790,66
27	3	176,19	1847,24	93,20	625,27	47,51	39,73	2125,68	2524,24
33	3	183,01	1939,60	99,14	624,61	65,22	44,52	1709,76	2647,35
4	4	179,89	1997,73	104,77	612,81	52,25	48,15	1466,85	2681,83
10	4	169,08	1826,73	93,03	608,52	54,10	39,95	2111,55	2461,43
16	4	168,46	1888,26	99,99	566,81	52,07	41,76	1989,62	2531,72
22	4	174,62	1961,97	104,14	602,77	71,05	42,61	1974,80	2629,72
28	4	178,11	1708,27	74,90	651,77	72,47	39,46	1987,23	2341,67
34	4	206,51	2193,70	109,62	607,13	84,03	59,39	730,91	2962,74
5	5	197,07	2248,31	120,51	641,46	80,18	63,89	518,57	3000,21
11	5	188,97	1839,01	81,72	661,30	76,89	38,13	2313,37	2509,06
17	5	171,47	2258,42	137,05	639,33	69,77	44,91	2067,75	2960,48
23	5	197,58	2085,04	102,59	665,73	80,39	43,23	2013,53	2809,74
29	5	165,89	1759,66	86,88	566,60	44,88	42,32	1791,36	2367,11
35	5	187,12	1806,62	79,18	639,89	51,24	37,23	2386,95	2465,59
6	6	188,93	1889,81	88,52	616,49	54,95	39,84	2160,93	2582,62
12	6	229,34	2444,59	123,32	715,24	62,02	58,40	878,34	3307,54
18	6	170,11	2163,02	129,13	585,54	51,32	45,61	1879,44	2862,75
24	6	174,31	1845,20	92,57	616,15	57,10	37,95	2361,43	2501,28
30	6	164,10	1841,80	98,55	557,98	48,89	38,76	2273,07	2478,66
36	6	202,25	2175,79	111,08	674,28	79,27	48,64	1530,793	2942,167

APÊNDICE 2 – Dados de temperatura⁹ – CAPÍTULO III

TERMÔMETRO 1

DATA	TEMPERATURA		
	MÁX	MIN	ATUAL
01/nov	28,5	25,6	26,1
02/nov	27,3	23,6	24,7
03/nov	26,8	23,7	24,9
04/nov	27,0	23,7	24,3
05/nov	26,2	23,2	23,7
06/nov	27,2	23,2	25,5
07/nov	27,6	23,6	24,1
08/nov	27,6	22	22,6
09/nov	27,3	21,1	24,1
10/nov	31,0	23,0	23,2
11/nov	24,0	20,7	22,6

TERMÔMETRO 2

DATA	TEMPERATURA		
	MÁX	MIN	ATUAL
01/nov	28,8	26,8	27,7
02/nov	29,2	24,8	25,5
03/nov	27,4	25,1	25,9
04/nov	27,3	24,8	25,4
05/nov	26,3	23,7	24
06/nov	27,8	23,8	25,3
07/nov	27,5	24,6	24,8
08/nov	25,5	22,8	23,1
09/nov	28,4	20,2	22,6
10/nov	31	23,8	23,8
11/nov	24,6	20,7	22,7

⁹ CONTINUA...

APÊNDICE 2 – Dados de temperatura – CAPÍTULO III**TERMÔMETRO 3**

DATA	TEMPERATURA		
	MÁX	MIN	ATUAL
01/nov	22,4	12,7	20,5
02/nov	24,0	21,5	22,2
03/nov	24,6	20,5	22,4
04/nov	25,0	21,6	21,6
05/nov	24,4	21,7	22,3
06/nov	25,8	21,6	24,0
07/nov	27,0	23,4	22,7
08/nov	23,6	21,0	21,3
09/nov	25,8	20,3	22,9
10/nov	30,0	21,9	22,4
11/nov	23,4	20,1	21,8

APÊNDICE 3- Dados de desempenho - CAPÍTULO IV

Gaiola	TRAT	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	GP (g)	CA
1	1	1036,25	1831,25	795,00	2,18
4	1	1033,75	1786,25	752,50	2,30
5	1	1036,25	1852,50	816,25	2,12
8	1	1037,77	1837,50	799,73	2,16
9	1	1037,50	1821,25	783,75	2,21
11	1	1035,00	1825,00	790,00	2,19
14	1	1038,75	1800,00	761,25	2,27
2	2	1038,75	1842,50	803,75	2,15
3	2	1033,75	1875,00	841,25	2,06
6	2	1033,75	1828,75	795,00	2,18
7	2	1033,75	1855,00	821,25	2,11
10	2	1037,50	1865,00	827,50	2,09
12	2	1036,25	1880,00	843,75	2,05
13	2	1038,25	1852,50	814,25	2,12

APÊNDICE 3- Dados de metabolismo e energia - CAPÍTULO IV

Gaiola	TRAT	CMMS (%)	CMEB (%)	CMPB (%)	EMA MN (kcal/kg)	EMAn MN (kcal/kg)	EMA CONS (kcal)
1	1	71,30	76,01	60,64	3033,02	2878,41	20988,47
4	1	71,36	76,17	59,78	3039,39	2886,97	21032,59
5	1	73,72	78,16	64,01	3118,93	2955,72	21582,96
8	1	72,62	77,63	59,51	3097,85	2946,11	21437,10
9	1	70,57	75,59	56,10	3016,49	2873,46	20874,14
11	1	70,44	75,66	57,65	3019,17	2872,17	20892,69
14	1	71,83	76,48	58,99	3051,90	2901,50	21119,14
2	2	72,51	77,15	61,55	3078,60	2921,66	21303,89
3	2	74,82	79,08	65,99	3155,75	2987,50	21837,77
6	2	73,61	78,16	63,59	3118,78	2956,65	21581,95
7	2	74,33	78,66	64,56	3139,11	2974,50	21722,68
10	2	75,18	79,45	66,20	3170,60	3001,80	21940,52
12	2	74,08	78,44	62,69	3130,29	2970,45	21661,59
13	2	74,80	79,12	64,50	3157,12	2992,67	21847,26

APÊNDICE 3- Dados de ganhos corporais e energia metabolizável de manutenção e produção - CAPÍTULO IV

Gaiola	TRAT	Ganho PB (g)	Ganho GB(g)	Ganho EB (kcal)	Ganho ÁGUA (g)	PB Retida (%)	EB Retida (%)	EM Mant (kcal/an)	Em Prod (kcal/na)
1	1	196,72	93,60	1995,35	557,45	58,66	38,03	1353,30	3893,81
4	1	181,88	70,51	1695,15	524,51	54,23	32,24	1615,42	3642,72
5	1	179,26	55,08	1535,98	616,82	53,45	28,47	1920,70	3475,04
8	1	201,78	68,42	1788,06	563,93	60,16	33,36	1739,22	3620,05
9	1	191,73	80,29	1842,30	533,80	57,17	35,30	1469,43	3749,10
11	1	165,15	89,19	1774,55	571,66	49,24	33,97	1377,33	3845,84
14	1	164,71	63,26	1529,51	579,79	49,11	28,97	1715,82	3563,96
2	2	190,37	66,07	1692,27	588,10	56,76	31,77	1731,50	3594,47
3	2	187,15	34,98	1382,92	664,77	55,80	25,33	2202,98	3256,45
6	2	174,06	68,22	1619,12	586,86	51,90	30,01	1777,60	3617,88
7	2	187,44	87,60	1708,78	595,97	55,89	31,47	1602,07	3828,60
10	2	188,14	80,34	1811,79	589,88	56,10	33,03	1735,47	3749,66
12	2	175,33	70,16	1644,29	611,01	52,28	30,36	1776,40	3638,99
13	2	176,32	93,48	1868,47	574,37	52,57	34,21	1569,29	3892,52

APÊNDICE 3- Dados de temperatura - CAPÍTULO IV

DIA	ATUAL	MÁX	MIN
04/ago	24,8	26,8	20,5
05/ago	25,1	27,7	21,0
06/ago	25,9	27,0	23,1
07/ago	18,2	27,0	18,2
08/ago	26,5	27,0	17,0
09/ago	24,0	27,5	17,0
10/ago	24,6	26,0	23,0
11/ago	21,7	27,1	21,7
12/ago	23,4	26,0	23,0
13/ago	23,5	27,3	23,4
14/ago	16,8	28,0	16,7
15/ago	17,6	27,1	16,7
16/ago	21,6	27,2	17,7
17/ago	22,6	27,0	21,3
18/ago	22,5	24,5	20,8

APÊNDICE 4 – Parecer do Comitê de ética

Projeto Nº: 22582

Título: PARTICAO DA ENERGIA METABOLIZAVEL DA DIETA PARA FRANGOS DE CORTE: EFEITO DA FIBRA E PROTEINA DA DIETA

COMISSAO DE ETICA NO USO DE ANIMAIS: Parecer

Projeto de pesquisa 22582 "PARTIÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL DA DIETA PARA FRANGOS DE CORTE: EFEITO DA FIBRA E PROTEÍNA DA DIETA" envolve alunos de pós graduação, apresenta parecer substanciado pela COMPESQ-AGRONOMIA favorável e enviou formulário de encaminhamento ao CEUA com todas as assinaturas. Projeto foi bem fundamentado do ponto de vista científico e está bem redigido e descrito. Pelo cronograma no projeto original, a parte experimental não iniciou ou recém iniciou, porém se solicita ao pesquisador esclarece esse ponto. O projeto se constitui de 2 experimentos com frangos de corte, dos 21 a 35 dias, e utilizará 80 frangos no primeiro experimento, onde avaliará fontes de fibra na dieta sobre a partição da energia metabolizável para frangos de corte, 10 tratamentos. Serão usados 190 frangos no segundo experimento que avaliará diferentes níveis de proteína na dieta sobre a partição da energia metabolizável para frangos de corte, em 5 tratamentos. Ainda existem pequenas inconsistências/pendências: 1) quanto à data de início que consta no formulário do CEUA e a consta no site sistema pesquisa da UFRGS (01/04/2012 x a que consta no projeto de pesquisa (07/03/2012). Será necessário o esclarecimento da data e se o projeto já iniciou a parte experimental ou não ou seja o andamento da parte experimental com animais; 2) foi atribuído grau de severidade geral (severo) a cada experimento. O grau de severidade foi correto, mas como os animais são todos abatidos, essa atividade deveria ser classificada como sem recuperação. A retirada de amostras de sangue (1 vez) é considerada grau de severidade level 3 não é descrito o descarte dos restos das aves. Precisa descrever como e onde serão descartados os restos dos animais, além de outros resíduos químicos e biológicos. Nesse sentido, recomendamos que seja enviado ao pesquisador em diligência para esses esclarecimentos.

CEUA/UFRGS

Parecer Reunião 28/05/2012

Visto que o pesquisador efetuou as modificações sugeridas e as incluiu no projeto e que a parte experimental com os animais não iniciou, recomendo a sua aprovação.

CEUA/UFRGS

VITA

Luciane Bockor, filha de Mario Bockor e Lúcia Maria Mansur Bockor, nasceu em 14 de setembro de 1983 em Mafra, Santa Catarina, Brasil.

Cursou parte de ensino fundamental e o ensino médio no Colégio São Vicente de Paulo em Araucária, Paraná.

Ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná em 2001 e obteve o título de Bacharel em Zootecnia em agosto de 2006. Dentre os estágios realizados durante a graduação destaca-se o estágio realizado no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR, desenvolvendo análises bromatológicas. Também estagiou na empresa Dalquim LTDA em Três Barras – SC, onde atuou no controle de qualidade de ingredientes e produtos.

Em 2007 ingressou no mestrado no Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração em Produção Animal e linha de pesquisa em nutrição e alimentação de não ruminantes. Durante o mestrado participou de projetos de pesquisa em nutrição de aves e suínos e de congressos com apresentação de trabalhos. Publicou artigos como autora e co-autora.

Em 2009 ingressou no doutorado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, área de concentração em Produção Animal e linha de pesquisa em nutrição e alimentação de não ruminantes. Participou de projetos com aves e suínos, publicou artigos, participou de congressos com a publicação de trabalhos. Participou durante quatro anos de um projeto em parceria SEBRAE/FINEP/IEL/FIERGS/Sinditrigo-RS e UFRGS, onde obteve como resultado final a publicação de um livreto intitulado “Desenvolvimento de ração funcional para aves e suínos através da modificação no farelo de trigo”, com os resultados dos experimentos realizados no projeto.