

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MODELOS PARA PREDIZER EXIGÊNCIAS ENERGÉTICAS  
PARA CODORNAS DE CORTE

Autor: Vittor Zancanela  
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simara Márcia Marcato

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Março - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MODELOS PARA PREDIZER EXIGÊNCIAS ENERGÉTICAS  
PARA CODORNAS DE CORTE

Autor: Vittor Zancanela  
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simara Márcia Marcato

“Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal”

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Março – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

Z27m Zancanela, Vittor  
Modelos para predizer exigências energéticas para  
codornas de corte / Vittor Zancanela. -- Maringá,  
2012.  
xvi, 46 f. : il., figs., tabs.

Orientador : Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan.  
Co-orientador : Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simara Márcia  
Marcato.

Dissertação (mestrado em Zootecnia) -  
Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências  
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,  
2012.

1. Codornas - Composição corpórea. 2. Codornas -  
Abate comparativo. 3. Codornas - Eficiência  
energética. 4. Codornas - Energia metabolizável. 5.  
Codornas - Restrição alimentar. I. Furlan, Antonio  
Claudio, orient. II. Marcato, Simara Márcia, co-  
orient. III. Universidade Estadual de Maringá.  
Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia. IV. Título.

CDD 21.ed.636.6

ZSS-00582



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**MODELOS PARA PREDIZER EXIGÊNCIAS  
ENERGÉTICAS PARA CODORNAS DE CORTE**

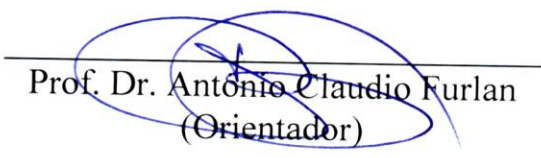
Autor: Vittor Zancanela  
Orientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 23 de março de 2012.

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Nilva Kazue Sakomura

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan  
(Orientador)

*“Na vida, não vale tanto o que temos nem tanto importa o que somos.  
Vale o que realizamos com aquilo que possuímos, e acima de tudo, importa o que  
fazemos de nós.”*

**Chico Xavier**

*“A vida me ensinou a dizer adeus às pessoas que amo, sem tirá-las do meu coração,  
sorrir às pessoas que não gostam de mim, para mostrá-las que sou diferente do que eles  
pensam, calar-me para ouvir, aprender com meus erros, afinal, eu posso ser sempre  
melhor.”*

**Charles Chaplin**

À minha família, especialmente aos meus pais Ubirajara Zancanela e Eloíza Teresa Tuzzi Zancanela, pelos valores, incentivos, orações, apoio, força e encorajamento.

Às minhas tias Maria Madalena Tuzzi, Vitória Tuzzi Izabel e Norma Aparecida Tuzzi, por me apoiarem sempre e por estarem presentes em minha vida.

A todos os meus amigos, que estiveram comigo em todos esses momentos, acreditando, ensinando e tornando meus dias mais agradáveis. Mesmo que hoje, muitos deles distantes, acreditam no meu trabalho e almejam a minha vitória.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá e Fazenda Experimental de Iguatemi, por ter oferecido todo o espaço físico necessário para a realização deste trabalho.

Aos funcionários da FEI-UEM, por toda ajuda prestada para condução deste trabalho.

Aos funcionários do LANA (Laboratório de Análises e Nutrição Animal –UEM), Cleuza Volpato, Creuza Azevedo e Augusto de Camargo Neto, por todos os ensinamentos, auxílio e paciência durante a condução das análises laboratoriais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, fundamental para a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro ao projeto.

Aos colegas da pós-graduação, pela amizade, ajuda e convivência no decorrer deste curso.

Aos amigos e colegas Ana Paula Silva Ton, Daiane de Oliveira Grieser, Taynara Prestes Perine, Tainara Ciúfio Euzébio, Mariani Benites, Erica Travaini Grecco, Rafaella Corrêa, Paola Alba Casagrande, Tiago Junior Pasquetti, Vinícius Cambito de Paula e

Eliany Batista, pela colaboração na condução dos trabalhos. Agradeço em especial a Ana Paula e a Daiane, por toda amizade, motivação, apoio em momentos difíceis, ajuda com as análises e ótimos momentos de descontração.

Aos meus grandes amigos, Elisa Laurenti, Marcos Antônio Calvo, Fábio Ronque, Renata Barbosa, Rimena do Amaral Vercelino, Gelson Marcos Rodrigues Júnior, Edicarlos de Oliveira Queiroz, Alessandro Rodrigues, Lara Calvo Torrezan e Kelly Regaçoni pelos momentos inesquecíveis que passamos juntos, pela amizade, divertimento, incentivo e companheirismo durante esses anos. As palavras são poucas para descrever o quão vocês são importantes em minha vida.

À minha coorientadora professora Simara Márcia Marcato, pelo aprendizado, dedicação e auxílio imprescindível na condução do experimento e análise estatística;

Ao meu professor e orientador Antonio Claudio Furlan, pela amizade, confiança, paciência, ensinamentos e incentivos.

Ao professor Paulo César Pozza, pela ajuda na condução dos dados.

Enfim, a todos aqueles que de alguma maneira, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho, serei eternamente grato.

.



## BIOGRAFIA DO AUTOR

VITTOR ZANCANELA, filho de Ubirajara Zancanela e Eloíza Teresa Tuzzi Zancanela, nasceu em São Joaquim da Barra, Estado de São Paulo, no dia 17 de julho de 1986.

Em junho de 2008, concluiu o curso de graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Londrina.

No período de dezembro de 2008 a junho de 2010, trabalhou como Extensionista no Programa: Implantação de um Programa Cooperativo para Pequenos Produtores de Ovos no Norte do Paraná, financiado pela Fundação Araucária.

Em março de 2010, ingressou no curso de Pós-graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, na área de concentração Produção animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de monogástricos.

Submeteu-se em 23 de março de 2012, à banca para defesa da Dissertação.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
<b>I - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Coturnicultura de corte.....	1
1.2. Aproveitamento da energia para as aves .....	2
1.3. Métodos para determinar exigências.....	4
1.4. Literatura citada .....	7
<b>II – OBJETIVOS GERAIS</b> .....	<b>11</b>
<b>III – Efeito da restrição alimentar sobre o aproveitamento de energia em codornas de corte</b> .....	<b>12</b>
RESUMO .....	12
ABSTRACT .....	13
3.1. Introdução .....	14
3.2. Material e métodos .....	15
3.3. Resultados e discussão .....	17
3.4. Conclusão.....	18
3.5. Literatura citada .....	18
<b>IV - Determinação das exigências energéticas de manutenção e eficiências energéticas de aproveitamento e deposição de proteína e gordura para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade</b> .....	<b>20</b>
RESUMO .....	20
ABSTRACT .....	21
4.1. Introdução .....	22
4.2. Material e métodos .....	23
4.3. Resultados e discussão .....	27

4.4. Conclusão .....	33
4.5. Literatura citada .....	33
<b>V - Determinação das exigências energéticas para ganho de peso em codornas de corte no período de 1 a 35 dias de idade .....</b>	<b>36</b>
RESUMO .....	36
ABSTRACT .....	37
5.1. Introdução .....	38
5.2. Material e métodos .....	38
5.3. Resultados e discussão .....	42
5.4. Conclusão .....	45
5.5. Literatura citada .....	45
<b>VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>47</b>

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>III – Efeito da restrição alimentar sobre o aproveitamento de energia em codornas de corte.....</b>	12
Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da ração referência para codornas de corte em fase de crescimento.....	16
Tabela 2. Valores médios, de energia metabolizável aparente corrigida da dieta experimental, determinada com codornas de corte submetidas aos diferentes níveis de alimentação .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 17
<b>IV - Determinação das exigências energéticas de manutenção e eficiências energéticas de aproveitamento e deposição de proteína e gordura para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade .....</b>	20
Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da ração referência para codornas de corte em fase de crescimento .....	24
Tabela 2. Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período da manhã e tarde.....	25
Tabela 3. Valores médios de peso corporal em jejum (PCJ) ingestão de energia metabolizável aparente corrigida (EMI), energia corporal retida (ERc), e produção de calor (PC) para codornas de corte submetidas a diferentes níveis de alimentação.....	28

Tabela 4. Ganho de peso (GP) e eficiências de utilização de energia para retenção de proteína bruta (PBr) e gordura corporal (Gr), em codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de alimentação ..... 29

Tabela 5. Valores médios de energia corporal retida como gordura (ERg) e proteína bruta (ERpb) para codornas de corte em diferentes níveis de alimentação ..... 29

Tabela 6. Equações de regressões lineares da energia retida (ER) e logarítimo da produção de calor (log PC) em função da energia metabolizável ingerida (EMI) para codornas de corte.....31

Tabela 7. Equação de regressão linear múltipla da ingestão de energia metabolizável (EMI) em função da energia retida como gordura (Erg) e proteína bruta (ERpb).....33

**V - Determinação das exigências energéticas para ganho de peso em codornas de corte no período de 1 a 35 dias de idade ..... 36**

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações referência para codornas de corte em fase inicial (1 a 14 dias) e final (15 a 35 dias) de idade ..... 40

Tabela 2. Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período da manhã e tarde.....41

Tabela 3. Médias de peso corporal em jejum (PCJ), gordura (Gr) e proteína bruta retida (PBr) e energia bruta corporal (EBc) de codornas de corte no período de 1 a 35 dias de idade..... 42

Tabela 4. Equações de regressões lineares da energia bruta corporal (EBc) em função do peso corporal em jejum (PCJ) e energias líquida (ELg) e metabolizável para ganho (EMg) em codornas de corte nos períodos de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade. .... 44

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>IV - Determinação das exigências energéticas de manutenção e eficiências energéticas de aproveitamento e deposição de proteína e gordura para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade</b> .....	20
Figura 1. Energia retida corporal em função da energia metabolizável ingerida em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.....	32
Figura 2. Logaritmo da produção de calor em função da energia metabolizável ingerida em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.....	32
<b>V - Determinação das exigências energéticas para ganho de peso em codornas de corte no período de 1 a 35 dias de idade</b> .....	36
Figura 1. Energia bruta corporal em função do peso corporal em jejum em codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade .....	44
Figura 2. Energia bruta corporal em função do peso corporal em jejum em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.....	45

## RESUMO

Foram conduzidos três ensaios com o objetivo de estudar o metabolismo energético de codornas de corte, por meio da determinação das exigências energéticas para manutenção e ganho de peso, além das eficiências de aproveitamento e deposição de energia como gordura e proteína, para elaborar equações de predição das exigências de energia metabolizável para codornas de corte. O primeiro ensaio foi conduzido para determinar a energia metabolizável (EM) das rações. Foram utilizadas 80 codornas de corte com 35 dias de idade, alojadas em gaiolas de metabolismo e distribuídas num delineamento inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (consumo *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*) e cinco repetições cada. A ração foi formulada para atender as exigências nutricionais das aves para aquela idade. Os valores de energia bruta ingerida e excretada foram determinados e considerando o balanço de nitrogênio verificou-se, na matéria natural, a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) da ração. Os valores médios de EMAn obtidos, foram: 2.951 Kcal/kg, 2.907 kcal/kg, 2.898 kcal/kg e 3.162 kcal/kg respectivamente para os tratamentos de consumo *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*. O segundo ensaio teve o objetivo de determinar a exigência de EM de manutenção. Foram utilizadas 620 codornas de corte não sexadas, aos 15 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais, com 31 aves cada. Os tratamentos consistiram em consumo *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*, sendo a ingestão de alimento quantificada diariamente. Foram realizados abates referenciais aos

15 e aos 35 dias de idade, utilizando a técnica de abate comparativo. A energia retida corporal (ERc), produção de calor (PC) e ingestão de energia metabolizável (EMI), foram quantificadas considerando o peso metabólico das aves. Utilizando de análises de regressão dessas variáveis foram obtidos os valores da exigência de energia metabolizável de manutenção (EMm = 157,61 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia), energia líquida de manutenção (ELm = 74,17 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia), e também as eficiências de utilização de energia (k). Os valores respectivos para a eficiência total de utilização de energia (Kgp), eficiência para manutenção (Km) e eficiências para deposição de gordura (Kg) e proteína bruta (Kp) foram de 0,47, 0,47, 0,79, 0,32. O terceiro ensaio teve o objetivo de determinar as exigências para ganho de peso. Foram utilizadas 550 e 500 aves respectivamente para 1ª fase (1 a 14 dias) e 2ª fase (15 a 35 dias) experimental. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 10 unidades experimentais (box) de 55 aves (1ª fase) e 50 aves (2ª fase) cada. A cada duas unidades experimentais compreendeu uma repetição, totalizando assim, cinco repetições, em que as aves foram alimentadas com uma ração basal formulada para atender as exigências em cada fase. Os abates foram realizados semanalmente e através da regressão do teor de energia na carcaça em função do peso corporal foi determinada a exigência de energia líquida para ganho de peso, que dividida pela eficiência de utilização da EM da dieta (Ensaio II) obteve-se a exigência de energia metabolizável para ganho de peso (EMg). Os valores de EMg obtidos para 1ª e 2ª fase foram respectivamente: 2,91 e 4,5 kcal/g. Determinados os valores de EMm e EMg foram propostas as equações de predição das exigências energéticas para codornas de corte no período de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade respectivamente:  $EMI = 157,61P^{0,75} + 2,91G$  e  $EMI = 157,61P^{0,75} + 4,5G$ .

**Palavras-chaves:** abate comparativo, eficiência energética, energia metabolizável, restrição alimentar



## ABSTRACT

Three assays were carried out with the purpose of studying the energetic metabolism of meat quails, through the determination of energetic requirements for weight maintenance and gaining, and the efficiency of recovery and deposition of energy such as fat and protein, formulating and proposing prediction equations of requirements of metabolizable energy for meat quails. In the Assay I, it has been used 80 meat quails with 35 day old, housed in metabolism cages and distributed on a completely randomized design (CRD) with 4 treatments (*ad libitum* intake, 70, 50 and 30% of *ad libitum* intake) and 5 replicates each. The feed was formulated to supply the nutritional requirements for birds of that age. The values of intake and excreted gross energy were determined and considering the balance of nitrogen it has been verified, in fresh matter, the apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance (AMEn) of the feed. The average values of AMEn were: 2.951 Kcal/kg, 2.907 kcal/kg, 2.898 kcal/kg and 3.162 kcal/kg respectively for treatments of *ad libitum* intake, 70, 50 and 30% of the *ad libitum* intake. In the Assay II, it has been used 620 non-sexed meat quails, on 15 days of age, distributed on a completely randomized design (CRD), with four treatments and five replicates, totaling 20 experimental units, with 31 birds each. The treatments consisted on *ad libitum* intake, 70, 50 and 30% of *ad libitum* intake, being the food intake quantified daily. Slaughters were carried out on 15 and 35 days old, using the comparative slaughter technique by factorial design. The retained body energy (REc), heat production (HP) and metabolizable energy intake (MEI), were quantified regarding the metabolic weight of the birds. Using regression analysis of

these variables it has been obtained the demands values of metabolizable energy of maintenance ( $ME_m = 157.61 \text{ kcal/kg}^{0.75}/\text{day}$ ), net energy of maintenance ( $NE_m = 74.17 \text{ kcal/kg}^{0.75}/\text{day}$ ), and also the efficiency of energy use (k). The respective values for total efficiency of energy use ( $K_{gp}$ ), efficiency of maintenance ( $K_m$ ) and efficiency for fat deposition ( $K_g$ ) and crude protein ( $K_p$ ) were 0.47, 0.47, 0.79, 0.32. In the Assay III, it has been used 550 and 500 birds, respectively for the experimental 1st phase (1 to 14 days) and experimental 2nd phase (15 to 35 days). The experimental design was entirely randomized (CRD), with 10 experimental units (box) of 55 birds (1st phase) and 50 birds (2nd phase). Each two experimental units was a repetition, totalizing five replicates, where the birds were fed with a feed formulated according with their requirements on each phase. The slaughters were performed weekly, and through the regression of energy content in the carcass by the body weight, it was determined the requirement of net energy for weight gain, which was divided by the ME efficiency uses of diet (Assay II) provided the requirement of metabolizable energy for gain weight (MEg). The obtained values of MEg for the 1st and 2nd phase were, respectively: 2.91 and 4.5 kcal/g. Determined the values of  $ME_m$  and MEG, it has been proposed the prediction equations of the energetic requirements for meat quails in the period from 1 to 14 and from 15 to 35 days of age respectively:  $MEI = 157.61W^{0.75} + 2.91G$  and  $MEI = 157.61W^{0.75} + 4.5G$ .

**Key Words:** comparative slaughter, energetic efficiency, food restriction, metabolizable energy

## I - INTRODUÇÃO

### 1.1. Coturnicultura de corte

A *Coturnix coturnix coturnix*, ou codorna europeia, foi introduzida no Japão, no século XI, a partir da China, via Coreia. Os primeiros escritos a respeito dessa ave datam do século XII, e registram que elas eram criadas em função do seu canto. Os japoneses, a partir de 1910, iniciaram estudos e cruzamentos entre as codornas provindas da Europa e espécies selvagens, obtendo, assim, um tipo domesticado, que passou a se chamar *Coturnix coturnix japonica*, ou codorna doméstica (Pinto et al., 2002).

A codorna é originária do Norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à ordem dos Galináceos, família dos Fasianídeos (*Phasianidae*), da subfamília dos *Perdicionidae* e do gênero *Coturnix*, sendo, portanto, da mesma família das galinhas e perdizes (Souza-Soares & Siewerdt, 2005).

No Brasil, em 1959, o Italiano Oscar Molena introduziu alguns exemplares a partir de ovos fertilizados trazidos da Itália. Iniciava na década de 1960 a produção comercial de ovos e, mais tarde, da carne de codornas, graças ao sabor agradável de ambos os produtos. Isso foi fundamental para que outros produtores despertassem interesse pela criação, e a partir de então, começou a venda de ovos fertilizados nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Amazonas (Souza-Soares & Siewerdt, 2005).

Segundo Silva et al. (2009), o Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de ovos de codornas da espécie *Coturnix coturnix japonica* (codorna japonesa) e um dos primeiros em produção de carne com a introdução e expansão da criação da

espécie europeia. Enquanto as codornas japonesas são destinadas a produção de ovos, as codornas europeias são destinadas a produção de carne e ovos.

De acordo com Pinto et al. (2002), vários fatores contribuem com o crescimento da criação de codornas no país, podendo destacar: o baixo investimento com instalações e o rápido retorno financeiro, a precocidade na produção, maturidade sexual (35 a 42 dias), o rápido crescimento, a alta produtividade e requer pequenos espaços para um grande número de animais. Ainda conforme Silva et al. (2007), são animais longevos, possuem grande tolerância ao calor, são capazes de produzir até cinco gerações em um ano e apresentam grande resistência a doenças que comumente atacam outras aves.

Atualmente, a maioria das criações é destinada à produção de ovos, porém, observa-se demanda crescente por sua carne, considerada exótica e reconhecida por sua alta qualidade e palatabilidade (Santos et al., 2005).

Em comparação às poedeiras e aos frangos de corte, as codornas iniciam a postura com menos de 40 dias de idade, enquanto as galinhas poedeiras começam pôr o primeiro ovo aos 120 dias de idade e, embora os frangos de corte atinjam a idade de abate aos 40 dias, as codornas de corte podem ser abatidas aos 28 dias de idade com uma proporção de peito na carcaça superior aos frangos (Jordão Filho, 2008).

Com o crescimento da exploração de codornas de corte, as exigências nutricionais dessas aves têm sido estudadas exaustivamente. O desenvolvimento de planos de nutrição para criação de codornas em condições brasileiras pode contribuir para redução dos custos de produção, pois existe uma preocupação dos nutricionistas em oferecer às aves rações com níveis nutricionais mais adequados, que propiciem melhor desempenho e maior retorno econômico (Silva et al., 2006).

## **1.2. Aproveitamento da energia para as aves**

A energia presente nos alimentos pode ser expressa, basicamente, na forma de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL), sendo a EB, conforme o NRC (1994), a energia liberada como calor de combustão quando o alimento é completamente oxidado a dióxido de carbono e água, sendo seus valores expressos em caloria ou joule. A ED é determinada pela diferença entre a energia ingerida e a energia excretada nas fezes, porém as aves excretam urina e fezes juntas, logo, a determinação de energia digestível é dificultada. A energia metabolizável aparente (EMA) é a EB consumida dos alimentos menos a EB contida

nas fezes, urina, e gases oriundos da digestão, quando considerado as perdas metabólicas e endógenas, obtêm-se a EM verdadeira. Já o sistema de EL leva em consideração a perda de energia na forma de calor durante os processos de digestão, absorção, metabolismo e fermentação do alimento consumido, por causa da ineficiência dos processos metabólicos. Essa perda energética é chamada de incremento calórico (IC), sendo considerado a parte indisponível do alimento pelo animal que o consome. Através da diferença entre a energia metabolizável consumida e o IC, obtêm-se a energia líquida que pode ser destinada a manutenção (ELm) e produção (ELp).

Conforme Albino et al., (1994a), as exigências energéticas devem ser expressas em forma de EM, sendo esta a melhor forma para estimar a energia disponível dos alimentos, em que a precisão desses valores está relacionada com a eficiência dos sistemas de produção.

Para as aves a EM dos alimentos, pode ser expressa e determinada das seguintes maneiras: Energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), energia metabolizável verdadeira (EMV) e energia metabolizável verdadeira corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMVn).

A energia metabolizável é a forma mais comum utilizada para aves e suínos no Brasil, sendo expressa pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta das excretas (fezes e urina) e dos gases provenientes da digestão. Contudo a energia desprendida em forma de gases pelos monogástricos é muito baixa, então é desconsiderada nos cálculos de EM (Sakomura & Rostagno, 2007).

A EMV é descrita por Sibbald (1976), como uma modificação na metodologia empregada para verificar a EMA dos alimentos, considerando as perdas endógenas (fecal metabólica e urinária endógena), sendo os valores resultantes de aves mantidas em jejum. Nas formulações de rações para aves a utilização da EMV ainda é limitada, pelo fato de todos os padrões nutricionais serem baseados em EMA, além disso os valores de EMV não foram determinados para todos os alimentos utilizados em rações (Albino et al., 1992; Penz et al., 1999).

Fatores como alimento, composição química, idade das aves, níveis de cálcio e fósforo, nível de inclusão do ingrediente teste, taxa de consumo, metodologia utilizada para determinação da EM e fatores antinutricionais dos alimentos, podem influenciar os valores de EM de um alimento. Para reduzir essas possíveis variações nos valores de EM, é utilizado à técnica do balanço de nitrogênio (BN). Um valor de correção de

nitrogênio retido de 8,22 kcal/g de nitrogênio foi proposto por Hill & Anderson (1958), uma vez que essa é a energia que fica retida na oxidação total do ácido úrico, para determinar a EMAn e EMVn. Tal correção foi proposta para contabilizar os efeitos das variáveis de crescimento e de deposição de proteína corporal entre as aves.

Ainda de acordo com Nunes (2003), durante um ensaio de metabolismo, é impossível que todas as aves apresentem a mesma taxa de crescimento, sendo então necessário corrigir os valores estimados de energia para o BN.

A determinação das corretas exigências nutricionais é de grande importância para todas as espécies avícolas, uma vez que a dieta é, talvez, o principal fator que determina se as aves vão crescer até seu potencial genético máximo. Nas codornas de corte, esse aspecto assume uma importância ainda maior, pois, na fase de 1 a 28 dias de vida, as aves têm seu peso aumentado em cerca de 16 vezes (Oliveira et al., 2002).

O balanceamento das rações para melhorar o desempenho de codornas ainda é um desafio. Por haver poucos trabalhos sobre exigências nutricionais destas aves no Brasil, têm-se utilizado tabelas de exigências nutricionais (NRC, 1994 e INRA, 1999) que certamente não são apropriadas às aves criadas nas condições brasileiras (Moura et al., 2008). Além disso, os dados são direcionados às codornas japonesas, o que não é adequado, pelas diferenças fisiológicas em relação a codornas de corte, que apresentam maiores pesos e taxas de crescimento em comparação às de postura (Corrêa et al., 2006).

O comprometimento do desempenho produtivo das codornas pode ser evidenciado no desempenho das aves que consomem dietas cujos valores de energia metabolizável são diferentes de suas exigências energéticas (Oliveira et al., 2007). As exigências nutricionais de energia dietética assumem um papel de extrema importância, por estarem diretamente relacionadas com o consumo de ração, e consecutivamente com o desempenho das aves. Sendo assim, tanto o excesso quanto a deficiência no consumo de ração ocasionam perda de produtividade (Barreto et al., 2007), além de influenciar nos custos da formulação.

### **1.3. Métodos para determinar exigências**

Quando as moléculas orgânicas são oxidadas, a energia é produzida como calor e usada nos processos metabólicos dos animais (Sakomura & Rostagno 2007). A energia ingerida segue prioritariamente três destinos: gasto com atividade normal, gasto com a

produção de calor para manter a homeotermia corporal e gasto com a deposição ou perda de nutrientes do corpo das aves, caso seja consumida em excesso (Jordão Filho, 2008).

As exigências energéticas podem ser estimadas por dois métodos: o dose resposta, baseado no desempenho das aves em resposta a variados níveis de ingestão de energia, e o fatorial, baseado na exigência energética da ave para satisfazer a manutenção dos processos vitais do ganho de peso e/ou crescimento (Hurwitz et al., 1983).

No método dose-resposta, uma ração basal deficiente apenas no nutriente avaliado é suplementada com doses crescentes do mesmo, sendo então aplicado um modelo matemático para auxiliar na interpretação dos resultados o qual pode manter influência nas estimativas (Fisher et al., 1973; D'Mello, 1994; Morris, 1989, Pack, 1996). Nesta metodologia não são consideradas as necessidades de manutenção e ganho de peso em função da idade das aves, sendo um dos maiores inconvenientes deste método (Gous, 1998). O autor supracitado ressalta que o método empírico pode resultar em estimativas precisas das exigências nutricionais das aves, apenas quando aplicado em condições semelhantes às quais a experimentação foi realizada.

Apesar de ser um método prático, e mais tradicional, o método dose-resposta é muito conservador, pois as estimativas de manutenção, ganho e produção são obtidos de forma conjunta. Diante desta situação Sakomura (1996), relatou que é de extrema importância à utilização de técnicas que fracionem a eficiência para deposição de proteína ou energia para cada atividade produtiva.

Com a utilização de modelos de predição é possível determinar as exigências energéticas considerando as diferenças entre linhagens, o estágio de produção, as regiões e épocas do ano, permitindo a elaboração mais precisa de tabelas de exigências de energia para aves (Sakomura et al., 1993).

Para melhor compreensão das exigências energéticas, (De Groot 1974 citado por Sakomura et. al., 2004) sugere a divisão desta em gastos de energia para manutenção, como processos de catabolismo, e gastos de energia para produção, como processos de síntese. O catabolismo envolve gastos inevitáveis e primários, atendidos a partir da energia dos alimentos ou da oxidação de reservas corporais (trabalho de manutenção, trabalho muscular e termorregulação). Além de atender às exigências para manutenção, a energia ingerida também é destinada à síntese de compostos orgânicos, isto é, para o crescimento corporal, produção ou deposição de gordura.

Segundo Armsby & Moulton, (1925) o conceito de manutenção envolve a ideia da conservação da condição corporal do animal intacto, a partir do equilíbrio entre consumo e excreção de cinzas, nitrogênio, hidrogênio e energia, não existindo perdas nem ganho de tecido; e portanto, nenhuma translocação de matéria dentro do corpo do animal.

Para estimar as exigências de manutenção pela técnica do abate comparativo é necessário abates no início e no final do período experimental. A exigência para ganho pode ser determinada por abates em série para verificar a retenção dos nutrientes ao longo de todo período (Albino et al., 1994a, Baker et al., 1996, Silva et al., 2004). A composição corporal das aves pode ser estimada através de amostras representativas da média destas aves (Wolynetz & Sibbald, 1987).

Confome Sakomura & Rostagno (2007), o método fatorial é expresso por:  $CN = Nm + Nc$ , em que CN é o consumo do nutriente, Nm e Nc são as demandas de nutrientes para manutenção e crescimento e/ou produção respectivamente, sendo importantes para elaboração dos modelos fatoriais.

Para determinação das exigências energéticas para aves e para o estudo da utilização da energia consumida, Grimbergen (1974) sugeriu medidas calorimétricas, ensaios de alimentação e equações de regressão que relacionam os componentes do balanço energético. No entanto, estes componentes podem ser determinados por diversas técnicas utilizando câmara de respiração (Grimbergen, 1970), pelo método de carbono e nitrogênio (Hoffmann & Schiemann, 1973) ou pelo método do abate comparativo (Fuller et al., 1983).

A produção de calor pelo método do abate comparativo é estimada pela diferença entre a energia metabolizável ingerida e a energia corporal retida, sendo esta determinada através de amostras de animais abatidos no início e final dos experimentos.

Apesar das respostas serem estimadas com base no mecanismo fisiológico, as amostras devem ser o mais representativas possível, erros de amostragem poderão invalidar o modelo, sendo este o principal inconveniente da técnica do abate comparativo (Pettigrew et al., 1992). Além disso, mesmo atendendo todas as condições para elaboração dos modelos, estes ainda necessitam de validação.

Recentemente alguns trabalhos são realizados utilizando o método fatorial para determinação de exigências nutricionais de outras aves podendo citar, poedeiras em crescimento, (Albino et al., 1994b), poedeiras (Basaglia et al., 1998; e Silva et al.,



1997), matrizes pesadas (Rabello et al., 2002) e frangos de corte (Longo et al., 2001). Entretanto, os dados encontrados na literatura que fazem uso de tal metodologia para codornas ainda são escassos, sobretudo na coturnicultura de corte.

Modelos de predição podem tornar ferramentas importantes no planejamento da alimentação e nutrição de codornas, permitindo estimar o consumo de ração, simular tratamentos, compor dietas e prever as respostas de desempenho, como peso médio e necessidades nutricionais do plantel em diferentes fases de desenvolvimento biológico das aves (Silva et al., 2004).

As informações sobre exigências de energia para manutenção e ganho de peso para codornas de corte ainda são escassas na literatura disponível. Os modelos de predição baseados na metodologia de fatorial tornam um grande aliado nas pesquisas de determinação de exigências, por sua simplicidade de uso e fácil aplicação. Despertando assim, um grande interesse em conhecê-los para determinar os planos de nutrição mais adequados.

#### **1.4. Literatura citada**

- ALBINO, L.F.T.; BRUM, P.A.R.; FILHO, F.B. et al. Análise individual versus “pool” de excreta na determinação de energia bruta em ensaio de energia metabolizável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.3, p 467-473, 1994a.
- ALBINO, L.F.T.; FIALHO, F.B.; BELLAVER, C. et al. Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura em recria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1625-1629, 1994b.
- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.1047-1058, 1992.
- ARMSBY, H.P.; MOULTON, C.R. **The animal as a convertor of matter and energy**. New York: Chemical Catalog Co. Inc., 1925.
- BAKER, D.H.; FERNANDEZ, S.R.; PARSONS, C.M. et al. Maintenance requirement for valine and efficiency of its use above maintenance for accretion of whole body valine and protein in young chicks. **Journal of Nutrition**, v.126, p.1844-1851, 1996.
- BARRETO, S.L.T.; QUIRINO, B.J.S.; BRITO, C.O. et al. Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas européias na fase inicial de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.86-93, 2007.

- BASAGLIA, R.; SAKOMURA, N.K.; RESENDE, K.T. et al. Exigências de proteína para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.556-563, 1998.
- CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de metionina + cistina total para codornas de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.414-420, 2006.
- DE GROOTE, G. Utilization of metabolizable energy. In: MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M.(Eds.) Energy requirements of poultry. Edinburgh: **British Poultry Science**, 1974. p.113-33.
- D´MELLO, JPF. Responses of growing poultry to amino acids. In: **Amino acid in farm animal nutrition**. Wallingford: CABI, 1994. p.205-243.
- FISHER, C.; MORRIS, T.R.; JENNINGS, R.C. A model for the description and prediction of the response of laying hens to amino acid intake. **British Poultry Science**, v.14, p.469-484, 1973.
- FULLER, H.L.; DALE, N.M.; SMITH, C. F. Comparison of heat production of chickens measured by energy balance and by gaseous exchange. **Journal Nutrition**, v.113, p.1403-8, 1983.
- GOUS, R.M. Making progress in the nutrition of broilers. **Poultry Science**, v.77, p.111-117, 1998.
- GRIMBERGEN, A.H.M. Energy expenditure under productive conditions. In: MORRIS, T.R.; FREEMAN, B.M. (Eds.). Energy requirements of poultry. Edinburgh: **British Poultry Science**, 1974. p.61-71.
- GRIMBERGEN, A.H.M. The energy requirements for maintenance and production of laying hens. **Neth. Journal Agricultural Science**, v.18, p.195-206, 1970.
- HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. Comparison of metabolizable energy and productive energy determinations whit growing chicks. **Journal Nutrition**, Davis, v. 64, n. 3, p. 587-604, 1958.
- HOFFMANN, L.; SCHIEMANN, R. Die verwertung der futtereenergie durch of legend henne. **Archv Tierernaehr**, v.23, p.105-32, 1973.
- HURWITZ, S.; PLAVINIK, I.; BENGAL, I. et al. The aminoacid requirements of growing turkeys. 1- Model constructionand parameter estimation. **Poultry Science**, v.62, p. 2208 – 2217, 1983.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA RECHERCHÉ AGRONOMIQUE - INRA **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2.ed. São Paulo: Roca, 1999. 245p.
- JORDÃO FILHO, J. **Estimativas das Exigências de Proteína e de Energia para Manutenção, Ganho e Produção de Ovos em Codornas**. 2008. 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

- LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.N. et al. Equações de predições das exigências protéicas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1521-1530, 2001.
- MORRIS, T.R. The interpretation of response data from animal feeding trials. In: **Recent developments in poultry nutrition**. London: Butterworth, 1989. p.1-11.
- MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- NUNES, R.V. **Digestibilidade de nutrientes e valores energéticos de alguns alimentos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 113p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- OLIVEIRA, N.T.E.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.N. et al. Determinação da energia metabolizável de diferentes alimentos testados em codornas japonesas fêmeas. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, p.210-217, 2007.
- OLIVEIRA, N.T.E.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N. et al. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 675 - 686, 2002.
- PACK, M. Models used to estimate nutrient requirements with emphasis on economic aspects. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.361-388.
- PENZ, A.M.J.; KESSLER, A.M.; BRUGALI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 1999. p.1-24.
- PETTIGREW, J.E.; GILL, M.; FRANCE, J. et al. A mathematical integration of energy and aminoacid metabolism of lactating sows. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3742-3761, 1992.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.
- RABELLO, C.B.V. Equação de predição da exigência de proteína bruta para aves reprodutoras pesadas na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1204-1213, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186p.

- SAKOMURA, N.K. Exigências nutricionais das aves utilizando o modelo fatorial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, p.319-344., 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004 (supl. 1).
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FACV/UNESP. 2007, 283p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S.; TORRES, R.A. et al. Efeito da temperatura sobre o consumo de ração e de energia para matrizes pesadas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.5, p.707-714, 1993.
- SANTOS, G.G.; CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. et al. Avaliação de carcaça de codornas GSS1 para corte alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina + cistina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2005. Nutrição de Não ruminantes. NNR-1076. (CD-ROM)
- SIBBALD, I. R. A bioassay for metabolizable energy in feed ingredients. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 303-308, 1976.
- SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J. et al. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.3, p.822 – 829, 2006.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 3., 2007, Lavras. **Palestra...** Lavras: UFLA, 2007. p.42-62.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; JORDÃO FILHO, J. et al. Exigências de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 1 a 12 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1209-1219, 2004.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L.; JORDÃO FILHO, J. et al. Curvas de crescimento, deposição dos componentes corporais e exigências de proteína para frangas leves e semipesadas de 1 a 16 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009.
- SILVA, R.; SAKOMURA, N.K.; RESENDE, K.T. et al. Exigências de energia para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.111-120, 1997.
- SOUZA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e Ovos: Criação de Codornas**. Pelotas: Ed. da Universidade Federal de Pelotas, UFPEL, 2005.
- WOLYNETZ MS, SIBBALD IR. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. **Poultry Science** 1987, 66:1961-1972.

## II – OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste trabalho foi estudar o metabolismo energético de codornas de corte, através da determinação das exigências energéticas para manutenção e ganho de peso, e as eficiências de aproveitamento e deposição de energia como gordura e proteína, e elaborar equações de predição das exigências de energia metabolizável.

### **III – Efeito da restrição alimentar sobre o aproveitamento de energia em codornas de corte**

**RESUMO** - Um ensaio de digestibilidade foi conduzido com o objetivo de se determinar os teores de energia metabolizável aparente, corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) de uma ração fornecida a vontade e com restrições para codornas de corte em crescimento (15 a 35 dias de idade). Foram utilizadas 80 codornas de corte não sexadas, com 35 dias de idade, alojadas em gaiolas de arame galvanizado, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições de quatro animais cada. O período experimental teve duração de 12 dias, sendo cinco dias de adaptação e sete dias para coleta total de excretas. Os tratamentos consistiram em: consumo *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*, sendo que a ração foi quantificada diariamente durante todo período experimental. Os valores de EMAn, com base na matéria natural foram: 2.951 Kcal/kg, 2.907 kcal/kg, 2.898 kcal/kg e 3.162 kcal/kg respectivamente para os tratamentos de consumo *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*.

**Palavras-chave:** codornas de corte, consumo, digestibilidade, energia metabolizável

### **III – Effect of dietary restriction on energy use in meat quails**

**ABSTRACT** - A digestibility assay was carried out in order to determine the values of apparent metabolizable energy corrected by nitrogen balance (AMEn) of a diet provided freely and with restrictions to meat quails in growth phase (15-35 days old). Eighty non sexed meat quails with 35 days old were used, housed in galvanized wire cages, and allocated in a completely randomized design (CRD) with four treatments and five replicates of four animals each. The experimental period lasted 12 days, with 5 days of adaptation and 7 days for total collection of excreta. The treatments consisted on: *ad libitum* intake, 70, 50 and 30% of the *ad libitum* intake, where the intake was quantified daily during all the experimental period. The values of AMEn based on the fresh matter were: 2.951 kcal/kg, 2.907 kcal/kg, 2.898 kcal/kg and 3.162 kcal/kg respectively for the treatments of *ad libitum* intake, 70, 50 and 30% of *ad libitum* intake.

**Key Words:** digestibility, intake, meat quails, metabolizable energy

### 3.1. Introdução

Os estudos relativos à nutrição de codornas de corte são ainda incipientes para permitir o estabelecimento de valores das exigências nutricionais específicas para esta espécie.

A energia presente nos alimentos é um fator limitante do consumo, estando envolvida em todos os processos produtivos das aves, sendo resultante da oxidação dos nutrientes durante o processo de metabolismo.

A utilização de valores de energia metabolizável dos alimentos para frangos de corte tem sido utilizada com grande frequência em formulações para codornas de corte. Existem grandes diferenças entre essas espécies, sendo elas: anatômicas, histológicas e de comprimento e tamanho do trato gastrointestinal, suficientes para não justificar tal uso. Ainda conforme Murakami & Furlan (2002) a composição química, estrutura física dos alimentos e taxa de passagem no trato digestório podem interferir no aproveitamento do valor energético de um alimento.

A energia metabolizável é uma estimativa da energia dietética que está disponível para ser metabolizada pelo tecido animal e consiste na diferença entre a energia bruta consumida e a energia bruta perdida na urina, fezes e gases. Para as aves domésticas esses produtos gasosos são geralmente insignificantes, assim a energia metabolizável é bem representada pela diferença entre a energia bruta ingerida e a energia bruta das excretas (Mello, 2007).

Tanto a energia metabolizável verdadeira quanto a energia metabolizável aparente devem ser corrigidas pelo balanço de nitrogênio, a fim de melhor representar a energia real utilizada pelo animal. A correção pelo balanço de nitrogênio estima com precisão a retenção ou a perda de nitrogênio pelo animal.

A EMA corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) expressa o valor de energia metabolizável com mais precisão que a energia metabolizável verdadeira (Parsons et al., 1982). Essa correção é calculada em função da energia necessária para gerar a quantidade de ácido úrico necessário excretado (8,22 kcal/g N, NRC, 1994), que é então adicionado ao valor de EM determinado.

A EMV difere da EMA, a primeira envolve a correção dos valores de EM pelas perdas endógenas e metabólicas. Estas perdas são estimadas pela energia fecal metabólica (EFm) e energia urinária endógena (EUe), determinadas com galos em jejum (Sibbald & Price, 1980).



A determinação dos valores de EM é de grande importância, a precisão desses valores e sua utilização correta são necessários para obtenção de resultados confiáveis em ensaios de determinação de exigências nutricionais. Além disso, em caso de utilização de alimentos testes sua determinação assume um papel importante para obtenção de uma ótima produtividade e máxima rentabilidade.

Por outro lado, a restrição alimentar melhora a eficiência de utilização dos alimentos no trato gastrointestinal, resultando em maiores valores de energia metabolizável. De acordo com Sakomura et al. (2004), quanto maior o volume de ração no trato digestório menor será sua utilização, explicado pela diminuição na eficiência de atuação das enzimas digestivas e, conseqüentemente, menor absorção de nutrientes, ou seja, há um menor aproveitamento da dieta quando aves ingerem quantidades crescentes de ração.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivos determinar os teores de energia metabolizável das rações fornecidas *ad libitum* e com restrições, de tal forma que estes valores possam ser utilizados para determinação das exigências de energia de manutenção e de ganho das codornas de corte em crescimento.

### 3.2. Material e métodos

O Experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizadas 80 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) com 35 dias de idade, alojadas em uma bateria com gaiolas de arame galvanizado ( 20 cm de altura x 33 cm de profundidade x 25 cm de altura), dispondo de bebedouros tipo “nipple” e de comedouros do tipo calha.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em que as codornas foram distribuídas nas unidades experimentais de acordo com seu peso médio, sendo distribuídas em quatro tratamentos (*ad libitum*, 70, 50 e 30% do *ad libitum*) com cinco repetições de quatro aves por unidade experimental. As aves receberam água a vontade durante todo o período experimental, e a ingestão de alimento diária foi quantificada durante todo o período de coleta; sendo que para os tratamentos com restrição de consumo, o alimento foi fornecido com base na quantificação do consumo *ad libitum* do dia anterior.

A ração utilizada (Tabela 1) foi formulada à base de milho moído e farelo de soja, a partir da composição química e dos valores energéticos dos alimentos proposta por

Rostagno et al., (2005). Para atender as exigências nutricionais das codornas adotaram as recomendações preconizadas por Scherer (2009), atendendo as exigências de lisina digestível e energia metabolizável e por Silva et al. (2009) para atender as exigências de cálcio e fósforo disponível da ração.

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da ração referência para codornas de corte em fase de crescimento

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho	52,79
Farelo de soja (45%)	39,31
Óleo de soja	3,25
Fosfato bicálcico	1,60
Sal comum	0,46
Calcário	0,28
DL-Metionina	0,66
L- Lisina HCL	0,80
L-Treonina	0,41
L-Triptofano	0,04
Mistura vitamínica e mineral	0,40
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores Calculados</b>	
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.0342
Proteína bruta (%)	23,51
Cálcio (%)	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41
Sódio (%)	0,20
Potássio (%)	0,86
Cloro (%)	0,31
Metionina + cistina digestível (%)	1,23
Lisina digestível (%)	1,73
Treonina digestível (%)	1,11
Triptofano digestível (%)	0,28

1Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; 2BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

O período experimental teve duração de 12 dias, sendo cinco dias de adaptação às gaiolas e ração e sete dias de coleta total das excretas. Foi utilizado o método tradicional de coleta total de excretas, utilizando o óxido férrico (2%) como marcador do início e final do período de coleta.

As gaiolas foram forradas com bandejas revestidas por plásticos, devidamente identificadas, que foram removidas a cada coleta (intervalo de 12 horas) para a retirada das excretas.

O material coletado, após os resíduos retirados de pena, ração e descamação da pele foi armazenado em congelador até o final do período total de coletas. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C. Em seguida, foram moídas e encaminhadas para as análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), procedendo às mesmas análises para as amostras de rações. As análises laboratoriais das rações e das excretas foram realizadas conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os valores de EB foram determinados por meio de uma bomba calorimétrica adiabática (Parr Instruments Co.) e pela diferença entre a energia consumida e a energia excretada, considerando o balanço de nitrogênio, foi determinada a energia metabolizável aparente corrigida.

### 3.3. Resultados e discussão

As aves que consumiram 30% da ração fornecida, apresentaram o maior valor de EMAn, sendo este 3.162 kcal/kg (Tabela 2). Este resultado é justificável, porque as aves tiveram um maior aproveitamento dos nutrientes da ração por estarem submetidas a uma restrição de 70% de alimento. Em ensaio com frangos de corte com diferentes níveis de alimentação, Sakomura et al. (2004), obtiveram valores superiores de EMAn para restrições de 75 e 50% do fornecimento de alimento se comparados ao tratamento de consumo *ad libitum*. Ainda de acordo com os autores supracitados, quanto maior o volume de ração no trato digestório, menor será sua utilização, explicado pela diminuição na eficiência de atuação das enzimas digestivas, e conseqüentemente, menor absorção de nutrientes, ou seja, há um menor aproveitamento da dieta quando aves ingerem quantidades crescentes de ração.

Tabela 2. Valores médios, de energia metabolizável aparente corrigida da dieta experimental, determinada com codornas de corte submetidas aos diferentes níveis de alimentação

Níveis de alimentação	EMAn (kcal/kg)
<i>Ad libitum</i>	2.951
70% <i>ad lb</i>	2.907
50% <i>ad lb</i>	2.898
30% <i>ad lb</i>	3.162

Resultados semelhantes de determinação da EMAn foram obtidos por Basaglia (1999) e Silva (1999) citados por Sakomura (2004) quando trabalharam respectivamente com poedeiras e matrizes pesadas em diferentes níveis de alimentação.

Apesar das aves dos tratamentos de 50% (2.898 kcal/kg), e 70% (2.907 kcal/kg) de consumo *ad libitum* terem apresentado valores de EMAn um pouco inferiores ao tratamento de consumo *ad libitum* (2.951 kcal/kg), os valores médios foram parecidos, portanto, mesmo estando recebendo alimento restrito, as codornas foram capazes de promover um bom aproveitamento energético da ração.

### 3.4. Conclusão

Os valores respectivos de EMAn para os tratamentos de consumo *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum* foram: 2.951, 2.907, 2.898, 3.162 kcal/kg.

### 3.5. Literatura citada

- BASAGLIA, R. **Equações de predição das exigências de energia e proteína para poedeiras leves**. 1999. 158p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- MELLO, HELOISA HELENA DE CARVALHO. **Determinação dos valores de energia metabolizável de alimentos com aves de diferentes idades**. 2007. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTUNICULTURA, 1., 2002, LAVRAS. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.113-120.
- PARSONS, C.M, POTTER, L.M., BLISS, B.A. 1. True metabolizable energy corrected to nitrogen equilibrium. **Poultry Science**, 61:2241-2246, 1982.
- SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, p.1758-1767, 2004.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 138f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SIBBALD, I. R., PRICE, K. Variability in metabolic plus endogenous losses of adult cockelers and in a true metabolizable energy values and rates of passage of dehydrated alfafa. **Poultry Science**, v. 59, p. 1275-1279, 1980.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, R. **Equações de predição das exigências de energia e proteína para matrizes pesadas na fase de crescimento.** 1999. 130p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade do Estado de São Paulo, Jaboticabal.

SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira Zootecnia.** vol.38, n.8, 2009.

#### **IV - Determinação das exigências energéticas de manutenção e eficiências energéticas de aproveitamento e deposição de proteína e gordura para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

**RESUMO** - Um ensaio foi realizado para se estimar as exigências de energia para manutenção e as eficiências energéticas de aproveitamento e deposição de gordura e proteína, utilizando a técnica de abate comparativo pelo modelo fatorial. Os abates foram realizados aos 15 e aos 35 dias de idade, por deslocamento cervical sem perdas de pena e sangue para avaliação da composição química corporal. Foram utilizadas 620 codornas de corte não sexadas, aos 15 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais, com 31 aves cada. Os tratamentos consistiram em consumo *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*, sendo a ingestão de alimento quantificada diariamente. A energia retida corporal (ERc), produção de calor (PC) e ingestão de energia metabolizável (EMI), foram quantificadas considerando o peso metabólico das aves. Através de análises de regressão dessas variáveis foram obtidos os valores da exigência de energia metabolizável de manutenção (EMm), energia líquida de manutenção (ELm), e também as eficiências de utilização de energia (k). A exigência de EMm foi de 157,61 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, a de energia líquida de manutenção de 74,17 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia e os valores respectivos para a eficiência total de utilização de energia (Kgp), eficiência para manutenção (Km) e eficiências para deposição de gordura (Kg) e proteína bruta (Kp) foram: 0,47, 0,47, 0,79, 0,32.

**Palavras-chave:** eficiência energética, energia metabolizável, modelo fatorial equações de regressão

#### **IV – Determination of energetic requirement of maintenance and energy efficiency of recovery and deposition of protein and fat for meat quails from 15 to 35 days old**

**ABSTRACT** - An assay was carried out to estimate the energy requirements for maintenance and energetic efficiency of recovery and deposition of fat and protein, using the comparative slaughter technique by factorial design. The slaughter was carried out at 15 and 35 days of age, by cervical dislocation without loss of feather and blood for the evaluation of chemical body composition. It has been used 620 non sexed meat quails with 15 days of age, arranged in a completely randomized design (CRD), with four treatments and five replicates, totaling 20 experimental units, with 31 birds each. The treatments consisted in *ad libitum* intake, 70, 50 and 30% of the *ad libitum* intake, where the food intake was daily quantified. The retained body energy (REc), heat production (HP) and metabolizable energy intake (MEI), were quantified regarding the metabolic weight of the birds. Through the analysis of these variables, demands values of metabolizable energy of maintenance (MEM), net energy of maintenance (NEM), and also the efficiency of energy use (k) were obtained. The demand of MEM was 157.61 kcal/kg<sup>0.75</sup>/day, the net energy of maintenance was 74.17 kcal/kg<sup>0.75</sup>/day and the respective values for total efficiency of energy use (Kgp), efficiency for maintenance (Km) and efficiency for fat deposition (Kg) and crude protein (Kp) were: 0.47, 0.47, 0.79, 0.32.

**Key Words:** energetic efficiency, factorial design, metabolizable energy, regression equations

#### 4.1. Introdução

O requerimento de energia de manutenção tem sido definido como a quantidade de energia alimentar ingerida que não resulta em acréscimo ou perda de energia nos tecidos corporais do animal. É a energia necessária para os processos ou funções ligados à regulação da temperatura corporal, aos processos metabólicos essenciais e a atividade física (NRC, 1996).

Conforme Chwalibog (1985) e Macleod & Jewitt (1988), 65% da energia metabolizável ingerida pelas aves é perdida como calor e apenas 35% está disponível para produção.

As pesquisas, tanto em genética como em nutrição e manejo, visam a redução dos custos de produção sem prejudicar o desempenho animal. Por isso, é importante explorar o metabolismo energético das aves, estudando todos os fatores que o afetam, e o aproveitamento dos demais nutrientes da dieta, facilitando a manipulação das rações para melhorar as características de carcaça, favorecer a deposição de proteína e diminuir o acúmulo de gordura (Longo et al., 2006).

As exigências das aves podem ser obtidas utilizando a metodologia de dose-resposta ou fatorial (D'Mello, 2003). No método empírico as exigências de um nutriente são estimadas avaliando a resposta de um grupo de animais diante de diferentes concentrações de um nutriente na dieta durante um determinado período. Já o método fatorial tem como princípio estimar as exigências de um nutriente pela soma das exigências para manutenção e produção (Fuller & Chamberlain, 1982). Essas exigências são estimadas para cada nutriente e seus precursores considerando a eficiência com que cada nutriente é utilizado para cada função metabólica (Van Milgen & Noblet, 2003). Dessa forma, este método considera o estado metabólico do animal e aspectos biológicos da utilização de nutrientes.

Conforme Sakomura & Rostagno (2007) é reconhecido que as exigências energéticas das aves podem variar em função de fatores como idade, potencial genético, sexo, níveis nutricionais, condições sanitárias, manejo e temperatura ambiente. Com base nisso, as estimativas das exigências energéticas obtidas a partir de estudos com o método dose-resposta serão apropriadas somente para condições semelhantes às aquelas em que os experimentos foram realizados.

Por contemplar diferenças de peso e composição corporal, potencial de crescimento e produção das aves, a abordagem fatorial possibilita a elaboração de modelos matemáticos capazes de prever as exigências nutricionais de aves de



diferentes potenciais genéticos e idades, criadas sob diferentes condições. Isto permite a simulação das consequências decorrentes de modificações nos programas nutricionais, favorecendo a obtenção de benefícios econômicos e ambientais para a atividade (Siqueira, 2009).

As informações presentes na literatura sobre exigências de manutenção para codornas ainda são muito escassas, fato que torna interessante o desenvolvimento de pesquisas sobre exigências de manutenção para estas.

O objetivo deste trabalho foi de determinar a exigência de manutenção, e as eficiências energéticas de aproveitamento e deposição de proteína e gordura para codornas de corte, podendo assim, elaborar planos nutricionais mais adequados para estas aves.

#### 4.2. Material e métodos

O Experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá.

Para determinação das exigências de energia para manutenção e as eficiências energéticas para deposição de gordura e proteína, foram empregados protocolos preconizados por Sakomura & Rostagno (2007). Foram utilizadas 620 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp), aos 15 dias de idade, não sexadas e distribuídas em 20 unidades experimentais (box) com 31 codornas cada.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em quatro tratamentos, sendo cinco repetições de 155 aves por tratamento. Os tratamentos consistiram em diferentes níveis de alimentação: consumo *ad libitum*, 70, 50 e 30% do consumo *ad libitum*. Cada unidade experimental foi considerada como sendo uma repetição.

As aves foram distribuídas nas unidades experimentais (box de 2,5 m<sup>2</sup>) de acordo com seus pesos médios, sendo alojadas em um galpão convencional disposto no sentido leste-oeste, com cobertura de telha de amianto, piso de terra batido forrado com cama de palha de arroz e paredes laterais de alvenaria com 0,50m de altura, completadas com tela de arame até o telhado.

A ração experimental utilizada (Tabela 1) foi formulada à base de milho moído e farelo de soja, a partir da composição química e dos valores energéticos dos alimentos proposta por Rostagno et al., (2005). Para atender as exigências nutricionais das

codornas adotaram as recomendações preconizadas por Scherer (2009), atendendo as exigências de lisina digestível e energia metabolizável e por Silva et al. (2009) para atender as exigências de cálcio e fósforo disponível da ração.

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da ração referência para codornas de corte em fase de crescimento final

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho	52,79
Farelo de soja (45%)	39,31
Óleo de soja	3,25
Fosfato bicálcico	1,60
Sal comum	0,46
Calcário	0,28
DL-Metionina	0,66
L- Lisina HCL	0,80
L-Treonina	0,41
L-Triptofano	0,04
Mistura vitamínica e mineral	0,40
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores Calculados</b>	
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.0342
Proteína bruta (%)	23,51
Cálcio (%)	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41
Sódio (%)	0,20
Potássio (%)	0,86
Cloro (%)	0,31
Metionina + cistina digestível (%)	1,23
Lisina digestível (%)	1,73
Treonina digestível (%)	1,11
Triptofano digestível (%)	0,28

1Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto): Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; 2BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

O alimento foi fornecido diariamente em comedouros tubulares em função do consumo do dia anterior referente ao tratamento de consumo *ad libitum*, permitindo um controle da quantidade de alimento diário ingerido e da ingestão de energia metabolizável (EM). O fornecimento de água foi à vontade durante todo o período experimental, sendo este feito em bebedouros pendulares.

O programa de iluminação utilizado foi por meio de luz artificial e campânulas elétricas com lâmpadas incandescentes sendo ajustado conforme as condições ambientais.

Durante todo período experimental, as temperaturas e umidades no interior e fora do box (Tabela 1) foram registradas às 8 e 16 horas, por intermédio de termo-higrômetros, dispostos em três pontos distintos do galpão (início, meio e fim).

Tabela 2. Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período da manhã e tarde

Idade (dias)	Período	Dentro do box		Fora do box			
		Temperatura (°C)		Temperatura (°C)		Umidade (%)	
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
15 a 21	Manhã	29,63	22,39	28,21	19,88	90,81	63,81
	Tarde	29,57	23,19	28,06	20,69	89,94	64,39
22 a 28	Manhã	29,23	20,66	28,48	20,49	83,14	61,29
	Tarde	29,59	21,55	29,64	20,77	84,43	55,29
29 a 35	Manhã	25,51	17,64	24,95	17,35	86,29	68,24
	Tarde	26,28	19,01	25,95	18,43	85,07	64,67

As aves foram pesadas semanalmente para determinação do ganho de peso e peso médio das unidades experimentais.

O ganho de peso (g) foi determinado através da diferença entre o peso final e inicial de cada unidade experimental. O peso médio (g) foi obtido considerando o peso do box dividido pelo número de aves existentes naquele momento. O consumo de ração (g), pelo somatório da quantidade de ração fornecida e consumida diariamente em cada box durante o período experimental. A conversão alimentar (g/g) pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

As codornas foram submetidas a 6 horas de jejum pré-abate, sendo sacrificadas utilizando deslocamento entre os ossos occipital e atlas. Para avaliação da composição química corporal foram feitos dois abates referenciais, um abate inicial aos 15 dias de idade (5 codornas por repetição) e um abate final aos 35 dias de idade utilizando (cinco codornas por repetição dos tratamentos com 30% e 50% de consumo *ad libitum* e quatro codornas para os tratamentos de consumo *ad libitum* e 70% *ad libitum*).

As carcaças, com penas e vísceras, foram congeladas e moídas integralmente em moedor industrial de carne para obtenção de uma amostra representativa. As amostras das carcaças foram pesadas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C. Posteriormente elas foram novamente pesadas, moídas e conduzidas ao laboratório para as determinações analíticas. Os teores de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB), foram determinados conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

As análises de regressões lineares simples e múltiplas e suas significâncias foram obtidas através do programa SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética, (UFV, 1997).

A partir dos teores médios de energia inicial e final presentes na carcaça, foram determinados o conteúdo de energia corporal total ao início e ao final do período experimental e por diferença, estimada a energia corporal retida no período.

Conhecendo a ingestão de EM no período e a energia corporal retida, por diferença foi determinada a produção de calor. As variáveis, ingestão de EM, energia retida e produção de calor foram relacionadas de acordo com procedimento proposto por Farrell (1974), em que através de equações de regressão entre energia retida (ER) e ingestão de energia metabolizável (EMI), foram estimadas as exigências de EM para manutenção (EMm), representadas pelos interceptos do eixo X. As equações da energia retida em função da ingestão de EM forneceram ainda as eficiências parciais de utilização da energia da dieta como sendo os coeficientes de regressão das equações. A regressão do logaritmo da produção de calor em função da ingestão de EM determinaram a produção de calor do jejum como sendo o antilogaritmo da produção de calor quando a ingestão de EM foi extrapolada a zero.

Na avaliação do fracionamento da energia retida em energia retida como gordura e proteína foram utilizados dois modelos propostos por Boekholt et al. (1994) : Primeiramente estimando as quantidades de proteína e gordura retidas no ganho de peso; depois estimando o custo energético da deposição de gordura e proteína e as eficiências de retenção:

$$GP = a + b.RPB + c.RGord$$

$$EMI = EMm + (1/kg \times ERg) + (1/kp \times ERpb)$$

Em que: GP = ganho de peso (g/dia), RPB = retenção de proteína (g/dia) e RGord = retenção de gordura (g/dia), EMI = energia metabolizável ingerida (kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia); EMm = energia metabolizável para manutenção (kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia); ERg = energia retida como gordura (kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia); ERpb = energia retida como proteína (kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia); kg e kp = eficiência de utilização da energia para retenção de gordura e para retenção de proteína, respectivamente.

### 4.3. Resultados e discussão

Na Tabela 3, são apresentados os valores de ingestão de EMAn, energia retida corporal e produção de calor de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de alimentação e criadas em piso. Todas as variáveis foram expressas em kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, considerando o peso metabólico das aves. Verificou-se redução da EMI, da ERc e da PC conforme o nível de alimentação decresceu.

Observou-se que as aves que receberam níveis de restrição mais severos apresentaram os menores valores de energia corporal retida, em função da mobilização das reservas corporais na tentativa de atender as exigências de manutenção. A redução nos valores de energia corporal retida também foram observados por Rabello et al. (2004), trabalhando com reprodutoras pesadas em gaiolas, submetidas aos mesmos níveis de restrição alimentar e criadas em diferentes temperaturas.

A produção de calor diminuiu conforme reduziu a ingestão de energia. De acordo com Li et al. (1991), as aves que recebem ração à vontade, apresentam a produção de calor aumentada, sendo que este aumento é atribuído ao ato de alimentação, e não ao trabalho de digestão (Van Kampen, 1976). O valor médio de 221 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia para o tratamento de consumo *ad libitum* foi semelhante ao valor encontrado por Silva et al. (2004b), de 236 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia para fêmeas de codornas japonesas de 15 a 32 dias de idade e inferior aos 350 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia também encontrados por Silva et al. (2004a), com fêmeas de codornas japonesas de 1 a 12 dias de idade, ambos relativos a produção de calor no consumo *ad libitum*. Em um ensaio realizado por Neme (2004), foi obtido valor médio de produção de calor para aves de postura de 160 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, bem inferior ao valor de 221 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, encontrado para codornas de corte.

De acordo com Silva et al. (2004b), as codornas apresentam hábito de ciscar a ração e a cama, além de voo e rápido deslocamento nas instalações, demonstrando serem mais ativas que as poedeiras. Portanto, a alta produção de calor deve ser dissipada para a manutenção da homeotermia do organismo das aves.

Longo et al. (2006), em ensaio com frangos de corte utilizando os mesmos níveis de alimentação e mantidos em três diferentes temperaturas, também observaram valores decrescentes de EMI, ERc e PC, a medida que aumentaram o nível de restrição de alimento e temperatura. Os valores médios de PC obtidos no consumo *ad libitum* foram de 255, 231 e 189 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia respectivamente para as temperaturas 13, 23, 32 °C.

Pode-se verificar que as aves mantidas sob altas temperaturas alteram seu metabolismo para dissipar calor, e sob temperaturas inferiores a sua temperatura de conforto, aumentam a necessidade de produção de calor.

Tabela 3. Valores médios de peso corporal em jejum (PCJ), ingestão de energia metabolizável aparente corrigida (EMI), energia corporal retida (ERc), e produção de calor (PC) para codornas de corte submetidas a diferentes níveis de alimentação

Níveis de alimentação	PCJ (g)	EMI (kcal/kg <sup>0,75</sup> /dia)	ERc (kcal/kg <sup>0,75</sup> /dia)	PC (kcal/kg PCJ <sup>0,75</sup> /dia)
<i>Ad libitum</i>	213,20 ± 3,34	289,11 ± 6,42	67,29 ± 3,52	221,81 ± 8,42
70% <i>ad lb</i>	150,40 ± 5,04	230,04 ± 7,67	27,34 ± 5,70	202,69 ± 13,01
50% <i>ad lb</i>	108,12 ± 3,74	191,02 ± 3,84	13,14 ± 1,36	177,88 ± 4,33
30% <i>ad lb</i>	79,04 ± 12,37	151,76 ± 9,18	1,15 ± 1,70	150,61 ± 9,50

O decréscimo no ganho de peso das aves, com a redução da oferta de alimento de 100% para 30%, refletiu nos declínios das retenções de proteína bruta e gordura nas carcaças (Tabela 4). Conforme Kessler et al. (2000), a maior ou menor disponibilidade de nutrientes na alimentação das aves resulta em diferenças nas taxas de lipogênese, o que resultará em mudanças na composição da carcaça em ganho de proteína e gordura.

Trabalhando com fêmeas de codornas japonesas dos 15 aos 32 dias de idade, Silva et al. (2004b) encontraram valores decrescentes de retenção de proteína bruta de 0,66; 0,54; 0,42 e 0,15 g/ave/dia, quando submetidas ao esquema de alimentação respectivo de 100, 80, 60 e 40% do consumo *ad libitum*. Os valores de retenção de proteína bruta se apresentaram inferiores nas codornas de postura se comparados aos valores encontrados para codornas de corte. Porém, quando os níveis de alimentação foram mais restritos os valores de retenção tornaram próximos. O maior valor de retenção de proteína bruta encontrado no consumo *ad libitum* para codornas de corte neste experimento (1,24 g/ave/dia), e o de postura (0,66 g/ave/dia) por Silva et al. (2004b), é explicado pela maior capacidade de deposição de tecido magro que as codornas de corte têm se comparadas a linhagem de postura.

Realizando um ensaio com codornas de corte de 16 a 36 dias com quatro níveis de alimentação (*ad libitum*, 75, 50 e 25 do consumo *ad libitum*), Jordão Filho (2008), obteve valores um pouco superiores de ganho de peso (8 g/ave/dia), em relação ao encontrado nesse trabalho (7,23 g/ave/dia) para aves de consumo *ad libitum*. O ganho de peso das aves obtidos pelo autor supracitado, também decresceu bruscamente, conforme o nível de restrição de alimento foi aumentado. Resultados semelhantes foram

obtidos por Longo et al. (2001), com frangos de corte e por Sakomura et al., (2005) com poedeiras.

A redução do ganho de peso das aves sobre restrição é explicável pela mobilidade de suas reservas corporais, na tentativa de manter suas exigências de manutenção.

Nos tratamentos com menor fornecimento de alimento (50 e 30% do consumo *ad libitum*), houve retenção negativa de gordura. Jordão Filho (2008), apesar de ter observado declínio da gordura e na proteína na carcaça das codornas, verificou declínio de 60% para retenção de proteína, enquanto para gordura, o declínio foi de mais de 94%, indicando o uso preferencial da gordura à proteína como fonte energética no metabolismo.

Tabela 4. Ganho de peso (GP) e eficiências de utilização de energia para retenção de proteína bruta (PBr) e gordura corporal (Gr), em codornas de corte alimentadas com diferentes níveis de alimentação

Níveis de alimentação	GP (g/ave/dia)	PBr (g/ave/dia)	Gr (g/ave/dia)
<i>Ad libitum</i>	7,23 ± 0,26	1,24 ± 0,05	0,94 ± 0,08
70% <i>ad lb</i>	4,09 ± 0,67	0,88 ± 0,11	0,02 ± 0,06
50% <i>ad lb</i>	1,97 ± 0,21	0,48 ± 0,03	-0,07 ± 0,18
30% <i>ad lb</i>	0,52 ± 0,22	0,18 ± 0,04	-0,09 ± 0,46

Conforme verificado na Tabela 5, com a diminuição do fornecimento de ração nos tratamentos, houve consecutiva redução na ingestão de energia metabolizável e nas energias retidas como gordura e proteína bruta. A energia retida como gordura apresentou valores negativos para os dois tratamentos com menor ingestão de alimento, sendo que a redução na retenção do tratamento de consumo *ad libitum* para o de 30% extrapolou os 100%.

Tabela 5. Valores médios de energia corporal retida como gordura (ERg) e proteína bruta (ERpb) para codornas de corte em diferentes níveis de alimentação

Níveis de alimentação	EMI (kcal/kg <sup>0,75</sup> /dia)	ERg <sup>1</sup> (kcal/kg <sup>0,75</sup> /dia)	ERpb <sup>2</sup> (kcal/kg <sup>0,75</sup> /dia)
<i>Ad libitum</i>	289,11 ± 6,42	39,27 ± 3,68	31,45 ± 1,41
70% <i>ad lb</i>	230,04 ± 7,67	4,34 ± 0,20	26,46 ± 2,68
50% <i>ad lb</i>	191,02 ± 3,84	-4,19 ± 0,64	16,85 ± 1,05
30% <i>ad lb</i>	151,76 ± 9,18	-5,95 ± 0,78	7,27 ± 1,40

ER<sup>1</sup> como gordura considerando 9,37 kcal/g de gordura. ER<sup>2</sup> como proteína calculada considerando 5,66 kcal/g de proteína.

Valores negativos de retenção de energia para a gordura também foram obtidos por Neme (2004), com aves de postura, quando a restrição de alimento foi de 50 e 35%, em relação ao consumo *ad libitum*. Já para energia retida como proteína bruta, houve

redução média de 77% do maior para o menor nível de alimentação e apesar de reduzida sua retenção, ela ainda foi menor se comparada a da gordura.

Através da regressão dos valores da energia corporal retida (ERc) em função da ingestão de energia metabolizável (EMI), considerando o peso metabólico (Kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia), foi determinada a exigência de energia metabolizável de manutenção (EMm) das aves no período de 15 a 35 dias de idade (Tabela 6).

A energia metabolizável de manutenção determinada foi de 157,61 Kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia (Figura 1). Conforme Sakomura & Rostagno (2007), ela é representada pelo intercepto da reta no eixo x, considerando que a EMm representa a EMI quando a ER é igual a zero, baseado no princípio que o estado de manutenção ocorre quando a ave não está retendo energia.

Em estudos realizados com matrizes pesadas alojadas em gaiolas e em piso em diferentes temperaturas (13, 21 e 30°C), Rabello et al. (2004) obtiveram valores respectivos de EMm de 111,2, 91,51, 88,50 Kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia e 130,83, 112,86, 110,97 Kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia. Com poedeiras Sakomura et al. (2005), nas temperaturas de 12, 22 e 31°C, determinaram valores de EMm respectivos de 138,5, 112 e 92,8 Kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia. Observando nestes dois trabalhos o efeito da temperatura nas exigências de EMm, em que temperaturas inferiores a termoneutralidade aumentaram a necessidade das aves em produzir calor, o contrário ocorreu com temperaturas acima da termoneutra, forçando as aves a alterarem seu metabolismo para dissiparem calor.

Os resultados superiores de exigência de EMm para codornas de corte, podem ser explicados pela menor atividade motora e muscular de frangos de corte, matrizes e poedeiras alojados ou não em piso.

Jordão Filho (2008) encontrou valores de EMm de 105,89 e 107,15 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia com codornas de corte alojadas em gaiolas e piso respectivamente.

Apesar dos valores encontrados no presente trabalho, serem superiores aos encontrados por Jordão Filho (2008) também com codornas de corte alojadas em piso, outros fatores devem ser considerados além da espécie, temperatura e da atividade locomotora. O número de aves alojadas por box (12,4 vs 5,33 ave/m<sup>2</sup> por Jordão Filho), pode justificar o valor superior obtido para exigência de EMm neste ensaio. A maior taxa de lotação neste experimento pode ter gerado maior disputa pelo consumo de alimento, e conseqüentemente, maior dificuldade de acesso ao comedouros e o conseqüente estímulo da habilidade de ciscar pelas codornas. Portanto, gerando assim,



uma maior depressão das reservas corporais a fim de manter seu estado corporal de manutenção.

A eficiência total de utilização de EM da dieta para deposição de energia corporal (Kgp) determinada foi de 47% (Tabela 6), representada pela inclinação da reta b para determinação de EMm.

A exigência de energia líquida de manutenção (ELm), foi obtida através da regressão da produção de calor em função da energia metabolizável ingerida (Figura 2). O valor de 74,17 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia de ELm obtido (Tabela 6), representou a produção de calor da ave em jejum quando a ingestão de energia metabolizável é extrapolada a zero (Sakomura & Rostagno, 2007).

Jordão Filho (2008), obteve valores de ELm de 63,19 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, para codornas de corte criadas em piso, enquanto para as aves alojadas em gaiolas, a ELm foi de 56,93 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia. O valor determinado também foi superior ao obtido (61,17 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia) por Silva et al. (2004b), com codornas de postura dos 15 aos 32 dias alojadas em piso. De acordo com Blaxter (1989), vários fatores podem interferir no metabolismo animal e na produção de calor, sendo que o tamanho corporal, idade, nutrição, composição corporal, tamanho dos órgãos e do corpo, diferenças entre espécies e função exercida pelo animal, são alguns destes fatores.

Tabela 6. Equações de regressões lineares da energia retida (ER) e logaritmo da produção de calor (log PC) em função da energia metabolizável ingerida (EMI) para codornas de corte

Equações de regressão	R <sup>2</sup>	Exigências (kcal/kg <sup>0,75</sup> /dia)	Eficiências de utilização
ER= -74,1703 + 0,4706 EMI	0,92	EMm - 157,61	Kgp <sup>1</sup> - 0,47
LogPC= -74,1703 + 0,5294 EMI	0,93	ELm - 74,17	Km <sup>2</sup> - 0,47

Kgp<sup>1</sup> – Eficiência total de utilização de energia. Km<sup>2</sup> – Eficiência para manutenção

O valor obtido para eficiência de utilização da EMm de 47% (Tabela 6), em temperatura média ambiente de 24°C, indicou que as codornas de corte utilizam, em média, 53% da EMI para gastos com atividades.

Trabalhando com poedeiras Sakomura et al. (2005) encontraram valores de eficiência de utilização de energia metabolizável para manutenção de 72, 71, 74%, em diferentes temperaturas. Outros valores foram encontrados por Longo (2000), com frangos de corte (76, 80 e 76%) e por Rabello et al. (2004), com matrizes pesadas (70, 71 e 67%).

O valor inferior obtido para a eficiência da utilização da EMm era esperado, como já citado anteriormente, o fato de que as codornas são mais ativas que frangos de corte, poedeiras e matrizes, faz com que elas tenham um maior gasto da EMI com suas atividades diárias.

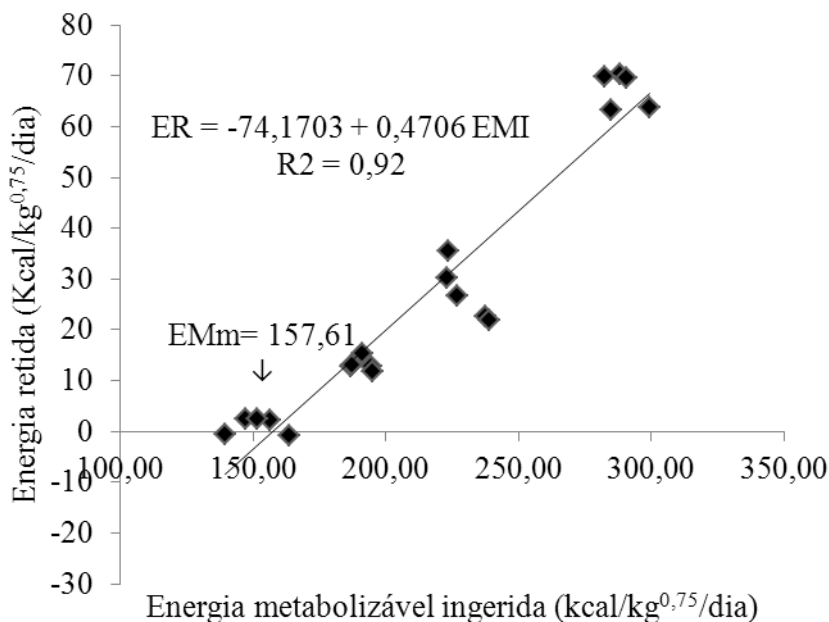


Figura 1 – Energia retida corporal em função da energia metabolizável ingerida em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.

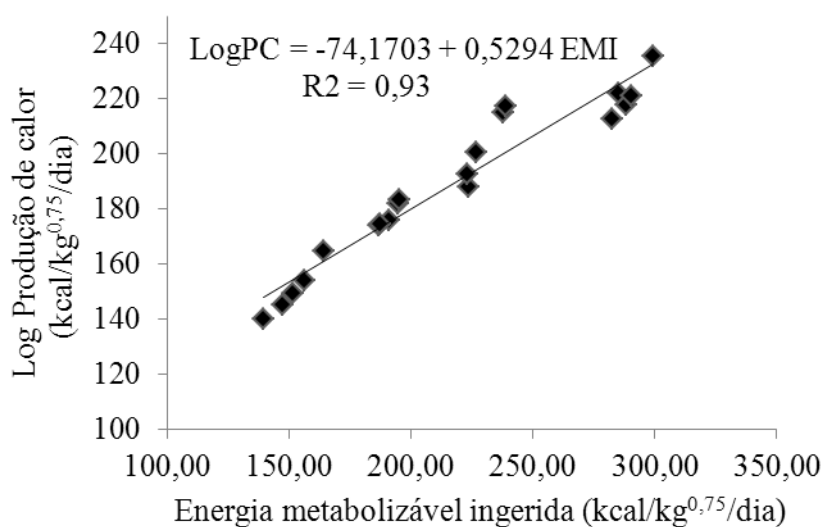


Figura 2 – Logaritmo da produção de calor em função da energia metabolizável ingerida em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.

O valor obtido para eficiência de utilização de EM para deposição de gordura foi superior ao valor de deposição de proteína bruta (Tabela 7). O resultado encontrado está

de acordo com o obtido por Blaxter (1989), em que a eficiência para deposição de gordura geralmente é maior que a eficiência para deposição de proteína corporal.

Tabela 7. Equação de regressão linear múltipla da ingestão de energia metabolizável (EMI) em função da energia retida como gordura (Erg) e proteína bruta (ERpb)

Equação de regressão	R <sup>2</sup>	Kg <sup>1</sup>	Kp <sup>2</sup>
EMI = 140,269 + 1,2693 Erg + 3,1499 ERpb	0,96	0,79	0,32

Kg1 - Eficiência para deposição de gordura. Kp2 - Eficiência para deposição de proteína.

Trabalhando com aves de postura, Neme (2004) obteve valor de Kg igual a 0,81; semelhante ao valor de 0,79, obtido com codornas de corte. Já o valor de Kp igual a 0,42 obtido por ele, apesar de inferior ao Kg, foi superior ao Kp determinado com codornas de corte. Conforme o trabalho de Buyse et al. (1998) o Kp é diferente segundo a idade e o tipo de seleção genética das aves, sendo associado ao nível voluntário de energia consumida.

Segundo Jordão Filho (2008), a eficiência de utilização da proteína e da energia de codornas parece ser menor que de outras espécies.

#### 4.4. Conclusão

A energia metabolizável de manutenção, determinada para codornas de corte em temperatura ambiente, foi de 157,61 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia. Os valores respectivos para a eficiência total de utilização de energia (Kgp), eficiência para manutenção (Km) e eficiências para deposição de gordura (Kg) e proteína bruta (Kp) foram de 0,47, 0,47, 0,79, 0,32.

#### 4.5. Literatura citada

- BLAXTER, K. **Energy metabolism in animal and man**. Cambridge: 1989. 336p.
- BOEKHOLT, H.A., VANDER GRINTEN, PH., SCHREUS, V.V.A.M. et al. Effect of dietary restriction on retention of protein, fat and energy in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 35, p.603-614., 1994.
- BUYSE, J.; MICHELS, H.; VLOEBERGHES, J.; SAEVELS, P. et al. Energy and protein metabolism between 3 and 6 weeks of age of male broiler chickens selected for growth rate of for improved food efficiency. **British Poultry Science**, London, v.39, p.264-272, 1998.
- CHWALIBOG, A. **Studies on energy metabolism in laying hens**. Denmark: Institute of Animal Science, 1985. (Report, 578).

- D'MELLO, J.P.F. Responses of growing poultry to amino acids. In: D'MELLO, J.P.F. **Amino acid in animal nutrition**. 2nd ed. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p.237-264.
- FARRELL, D. J. General principles and assumptions of calorimetry. In: MORRIS, T. R. FREEMAN, B. M. (Ed). Energy requirements of poultry. **British Poultry Science**, p. 1-23, 1974.
- FULLER M. F.; CHAMBERLAIN, A. G. Protein requirements of pigs. In HARESIGN, W. (Eds.). **Recent advances in animal nutrition**. London, UK: Butterworths, 1982. p. 175-186.
- JORDÃO FILHO, J. **Estimativas das Exigências de Proteína e de Energia para Manutenção, Ganho e Produção de Ovos em Codornas**. 2008. 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- KESSLER, A.M.; SNIZEK JR, P.N.; BRUGALLI, I. et al. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p.107-133.
- LI, Y.; ITO, T.; YANAMOTO, S. Diurnal variation of heat production related to some physical activities in laying hens. **British Poultry Science**, v.32, n.4, p.821-827, 1991.
- LONGO, F.A. **Estudo do metabolismo energético e do crescimento em frangos de corte**. 2000. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.N. et al. Equações de predições das exigências proteicas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1521-1530, 2001.
- LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K., RABELLO C.B.V. et al. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2006, vol.35, n.1, pp. 119-125.
- MACLEOD, M. G.; JEWITT, T. R. Maintenance energy requirements of laying hens A comparison of measurements made by two methods based on indirect calorimetry. **British Poultry Science**, v.29, n.1, p.63-74, 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NEME, R. **Estimativa das exigências energéticas e curvas de desenvolvimento e composição corporal de linhagens de postura na fase de crescimento**. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- RABELLO, C.B.V.; SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A. 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**, v.33, n.2, p.382-390, 2004.

- SAKOMURA, N.K.; BASAGLIA, R.; SÁ-FONTES, C.M.L. et al. Modelo para estimar as exigências de energia metabolizável para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.575-583, 2005.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FACV/UNESP. 2007, 283p.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 138f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; JORDÃO FILHO, J. et al. Exigências de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 1 a 12 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1209-1219, 2004a.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; JORDÃO FILHO, J. et al. Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1209-1219, 2004b.
- SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.38, n.8, 2009.
- SIQUEIRA COSTA, J. **Estimativas das exigências de lisina de frangos de corte pelos métodos dose resposta e fatorial**. 2009. 154f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistemas de análises estatísticas e genéticas** - SAEG. versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p.
- VAN KAMPEN, M. Activity and energy expenditure in laying hens: 1. The energy cost of nesting activity and oviposition. **Journal of Animal Science**, v.86, n.2, p.471-473, 1976.
- VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Partitioning of energy intake to heat, protein, and fat in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, USA, v. 81, n. 14, p. 86-93, 2003. Suppl. 2.

## **V - Determinação das exigências energéticas para ganho de peso em codornas de corte no período de 1 a 35 dias de idade**

**RESUMO** – Um ensaio foi realizado para determinar as exigências de energia metabolizável para ganho de peso para codornas de corte no período de 1 a 35 dias de idade. Foram utilizadas 550 e 500 aves respectivamente para 1ª fase (1 a 14 dias) e 2ª fase (15 a 35 dias) do experimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 10 unidades experimentais (box) de 55 aves (1ª fase) e 50 aves (2ª fase) cada. A cada duas unidades experimentais compreendeu uma repetição, totalizando assim, cinco repetições, em que as aves foram alimentadas com uma ração basal formulada para atender as exigências destas em cada fase. Os abates foram realizados semanalmente para determinação da composição química corporal das carcaças. Através da regressão do teor de energia na carcaça em função do peso corporal foi determinada a exigência de energia líquida para ganho de peso, a qual dividida pela eficiência de utilização da EM da dieta (Ensaio II) forneceu a exigência de energia metabolizável para ganho de peso (EMg). Os valores de exigência obtidos para a 1ª e 2ª fase foram respectivamente: 2,91 e 4,5 kcal/g. Com base no valor de 157,61 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia de EMm determinado no ensaio II, foram propostas as equações de predição das exigências energéticas para codornas de corte no período de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade respectivamente:  $EMI = 157,61P^{0,75} + 2,91G$  e  $EMI = 157,61P^{0,75} + 4,5G$ .

**Palavras-chave:** análise de regressão, energia metabolizável para ganho, equação de predição, método fatorial

## **V - Determination of energy demands for weight gain in meat quails in the period from 1 to 35 days old**

**ABSTRACT** – An assay was carried out to determine the metabolizable energy requirements for weight gain for meat quails in the period from 1 to 35 days old. It has been used 550 and 500 birds, respectively for the experimental 1st phase (1 to 14 days) and experimental 2nd phase (15 to 35 days). The experimental design was entirely randomized (CRD), with 10 experimental units (box) of 55 birds (1st phase) and 50 birds (2nd phase). Each two experimental units was a replication, totalizing five replicates, where the birds were fed with a feed formulated according with their requirements on each phase. The slaughters were performed weekly to determine the chemical composition of carcasses. Through the regression of energy content in the carcass by the body weight, it was determined the requirement of net energy for weight gain, which was divided by EM efficiency uses of diet (Assay II) provided the requirement of metabolizable energy for gain weight (MEg). The obtained values of MEg for the 1st and 2nd phase were, respectively: 2.91 and 4.5 kcal/g. Based on the value of 157.61 kcal/kg<sup>0.75</sup>/day MEm determined in assay II, it has been proposed the prediction equations of the energetic requirements for meat quails in the period from 1 to 14 and from 15 to 35 days of age respectively:  $MEI = 157.61W^{0.75} + 2.91G$  and  $MEI = 157.61W^{0.75} + 4.5G$ .

**Key Words:** metabolizable energy for gain, factorial method, prediction equation, regression analysis

## 5.1. Introdução

Para garantir o sucesso dos programas nutricionais para as aves, a suplementação energética adequada se torna um fator decisivo. A energia está relacionada com o consumo de alimento sendo utilizada em diferentes processos metabólicos envolvendo processos de manutenção das aves, até o máximo potencial produtivo (Fischer Jr, 1997).

A exigência nutricional de uma ave pode ser entendida como o resultado do somatório das necessidades diárias de manutenção, ganho e produção de ovos. Conforme Sakomura (2004), os modelos baseados na partição da energia metabolizável têm sido os mais promissores para aplicação, dentre os variados modelos utilizados como predição de energia para as aves.

A energia de manutenção compreende o somatório dos gastos com o metabolismo basal, com a produção de calor e com atividades normais (Emmans, 1994). Em contrapartida, a energia de ganho é dependente, sobretudo, da eficiência de utilização da energia para deposição corporal (Jordão Filho, 2008).

Para determinação da exigência nutricional de ganho pela metodologia fatorial é preciso utilizar a técnica de abate comparativo em série, objetivando verificar a retenção do nutriente estudado ao longo do tempo, enquanto para estimar as exigências de manutenção é necessário apenas abater as aves no início e no final do período experimental (Albino et al., 1994, Baker et al., 1996, Silva et al., 2004ab, Jordão Filho, 2008).

Considerando que as criações de codornas têm se expandido no país, sendo considerada uma excelente fonte produtora de ovos e carne de alta qualidade, trabalhos na área de nutrição desta espécie ainda são escassos, principalmente relativos à predição das exigências nutricionais destas aves. O objetivo desse trabalho foi de determinar a exigência de energia metabolizável para ganho (EMg), nos períodos de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade para codornas de corte, propondo equações de predição de exigência energética para cada uma destas fases.

## 5.2. Material e métodos

O experimento foi realizado no setor de Coturnicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá, sendo este dividido em duas fases. A primeira fase, ou fase inicial de crescimento, compreendeu o período de um a



14 dias de idade das aves, já a segunda fase, ou fase final de crescimento, compreendeu o período de 15 a 35 dias de idade.

Os coeficientes que definem as exigências de energia para ganho de peso, proteína e gordura foram determinados segundo o protocolo experimental desenvolvido por Sakomura & Rostagno (2007).

Para o experimento de 1ª fase foram utilizadas 550 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) de 1 dia de idade, não sexadas e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 10 unidades experimentais (box) de 55 aves cada. A cada duas unidades experimentais compreendeu uma repetição, totalizando assim, cinco repetições.

As aves foram distribuídas nas unidades experimentais (box de 2,5 m<sup>2</sup>) de acordo com seus pesos médios, sendo alojadas em um galpão convencional, disposto no sentido leste-oeste, com cobertura de telha de amianto, piso de terra batido forrado com cama de palha de arroz, e paredes laterais de alvenaria com 0,50m de altura, completadas com tela de arame até o telhado.

Até o 7º dia de idade os box eram providos de papelão ondulado sobrepondo a cama a fim de absorver a umidade. As codornas receberam ração em comedouros tipo bandeja e água em bebedouros tipo copo de pressão, sendo então substituídos aos 7 dias por comedouros tubulares e bebedouros pendulares. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água a vontade.

O programa de iluminação utilizado foi por meio de luz artificial e campânulas elétricas com lâmpadas incandescentes por 24 horas até o 3º dia de idade, sendo que após este período o programa de iluminação foi alterado conforme as condições ambientais. A fim de evitar oscilações de temperatura e incidência de vento, foram utilizados círculos de proteção nos box até aos 14 dias de idade.

Aos 15 dias de idade os animais foram pesados individualmente e classificados de acordo com seus pesos. As aves que apresentaram pesos muito acima ou abaixo da média foram retiradas da segunda experimentação com a finalidade de se trabalhar com um lote mais homogêneo.

A ração experimental utilizada (Tabela 1) foi formulada à base de milho moído e farelo de soja, a partir da composição química e dos valores energéticos dos alimentos proposta por Rostagno et al., (2005). Para atender as exigências nutricionais das codornas adotaram as recomendações preconizadas por Scherer (2009), atendendo as

exigências de lisina digestível e energia metabolizável e por Silva et al. (2009) para atender as exigências de cálcio e fósforo disponível da ração.

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética das rações referência para codornas de corte em fase inicial (1 a 14 dias) e final (15 a 35 dias) de idade

Ingredientes	Fase inicial	Fase crescimento
	Quantidade (kg)	Quantidade (Kg)
Milho	40,95	52,79
Farelo de soja (45%)	49,75	39,31
Óleo de soja	4,75	3,25
Fosfato bicálcico	1,56	1,60
Sal comum	0,46	0,46
Calcário	0,36	0,28
DL-Metionina	0,67	0,66
L- Lisina HCL	0,68	0,80
L-Treonina	0,42	0,41
L-Triptofano	0,006	0,04
Mistura vitamínica e mineral	0,40	0,40
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores Calculados</b>		
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.9959	3.0342
Proteína bruta (%)	27,49	23,51
Cálcio (%)	0,64	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41
Sódio (%)	0,20	0,20
Potássio (%)	1,02	0,86
Cloro (%)	0,31	0,31
Metionina + cistina digestível (%)	1,32	1,23
Lisina digestível (%)	1,87	1,73
Treonina digestível (%)	1,25	1,11
Triptofano digestível (%)	0,30	0,28

1Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 4.500.000 UI; Vit. D3 – 1.250.000 UI; Vit. E – 4.000 mg; Vit. B1 – 278 mg; Vit. B2 – 2.000 mg; Vit. B6 – 525 mg; Vit. B12 – 5.000 mcg; Vit. K3 – 1.007 mg; Pantotenato de Cálcio – 4.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Colina – 140.000 mg; Antioxidante – 5.000 mg; Zinco – 31.500 mg; Ferro – 24.500 mg; Manganês – 38.750 mg; Cobre – 7.656 mg; Cobalto – 100 mg; Iodo – 484 mg; Selênio – 127 mg; 2BHT(Butil Hidroxi Tolueno).

Para o experimento de 2ª fase (15 a 35 dias) foram utilizados 500 animais, não sexados e redistribuídos nas 10 unidades experimentais (box). A cada duas unidades experimentais compreendeu uma repetição, totalizando assim, cinco repetições.

Durante todo período experimental, as temperaturas e umidades no interior e fora do box (Tabela 2) foram registradas às 8 e 16 horas, por intermédio de termo higrômetros, dispostos em três pontos distintos do galpão (início, meio e fim).

Tabela 2. Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período da manhã e tarde

Idade (dias)	Período	Dentro do box		Fora do box			
		Temperatura (°C)		Temperatura (°C)		Umidade (%)	
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1 a 7	Manhã	31,58	23,17	28,32	18,79	83,95	55,62
	Tarde	33,20	24,62	29,65	20,32	81,43	49,43
8 a 14	Manhã	29,23	22,08	27,32	19,34	89,86	63,33
	Tarde	29,88	22,79	27,72	20,07	89,06	63,00
15 a 21	Manhã	29,23	20,66	28,48	20,49	83,14	61,29
	Tarde	29,59	21,55	29,64	20,77	84,43	55,29
22 a 28	Manhã	25,54	17,41	24,94	17,31	86,67	69,19
	Tarde	25,55	18,13	25,28	17,73	85,98	64,34
29 a 35	Manhã	23,84	14,98	24,11	14,81	86,29	56,33
	Tarde	26,37	15,67	26,58	15,49	84,28	47,33

As aves e as sobras de ração foram pesadas semanalmente para determinação do ganho de peso, peso médio, consumo de ração e conversão alimentar.

O ganho de peso (g) foi determinado através da diferença entre o peso final e inicial de cada unidade experimental. O peso médio (g) foi obtido considerando o peso do box dividido pelo número de aves existentes naquele momento. O consumo de ração (g), pela diferença entre a ração fornecida e as sobras nos baldes e comedouros. A conversão alimentar (g/g) pela relação entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

Para determinação da composição química corporal semanal no 1º dia e aos 7, 14, 21, 28, e 35 dias foram utilizadas 15, 15, 5, 5, 4 e quatro aves por repetição, respectivamente, sendo estas selecionadas de acordo com o peso médio do box.

As codornas foram submetidas a 6 horas de jejum pré-abate, e foram sacrificadas utilizando deslocamento entre os ossos occipital e atlas. Após o sacrifício as carcaças com penas e vísceras foram congeladas e moídas integralmente em moedor industrial de carne para obtenção de uma amostra representativa. As amostras das carcaças foram pesadas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C. Posteriormente elas foram novamente pesadas, moídas e conduzidas ao laboratório para as determinações analíticas. Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) foram determinados conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

As análises de regressões lineares simples e múltiplas e suas significâncias foram obtidas através do programa SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética, (UFV, 1997).

Através da regressão do teor de energia na carcaça em função do peso corporal foi determinada a exigência de energia líquida para ganho de peso, que dividida pela eficiência de utilização da EM da dieta forneceu a exigência de EM para ganho de peso.

A eficiência de utilização da EM da dieta foi considerada como sendo o coeficiente de regressão da equação da energia retida em função da EM ingerida estabelecida no ensaio para determinação da exigência de EM para manutenção em temperatura ambiente.

### 5.3. Resultados e discussão

Conforme observado na Tabela 3, com o aumento da idade das aves houve aumento do peso corporal, bem como da gordura, proteína e energia bruta das carcaças considerando a matéria natural. A energia bruta corporal também apresentou valores crescentes, com exceção aos sete dias, em que as codornas apresentaram menores valores se comparadas as codornas com um dia de idade. Uma das possíveis explicações para isto é o fato das codornas, com um dia de idade, apresentarem em suas carcaças o saco vitelínico, sendo este uma fonte de reserva não só de energia, mas também de proteína e lipídio.

Considerando o peso corporal em jejum, pode-se também verificar a grande capacidade que as codornas possuem em multiplicar seu peso inicial nas primeiras semanas de vida; é observável que as codornas aumentaram em aproximadamente quatro vezes seu peso inicial no período de 1 a 7 dias, e mais que dobraram seus pesos no período de 7 a 14 dias.

Tabela 3. Médias de peso corporal em jejum (PCJ), gordura (Gr) e proteína bruta retida (PBr) e energia bruta corporal (EBc) de codornas de corte no período de 1 a 35 dias de idade

Idade	PCJ (g)	Gr (g)	PBr (g)	EB (kcal/g)	EBc (kcal)
1 dia	6,88	0,37	1	1,34	9,22
7 dias	27,95 ± 0,45	0,89 ± 0,08	4,43 ± 0,15	1,22 ± 0,03	34,00 ± 1,26
14 dias	68,16 ± 1,93	2,41 ± 0,25	12,37 ± 0,43	1,36 ± 0,03	92,41 ± 3,79
21 dias	129,10 ± 3,38	5,97 ± 0,62	23,93 ± 0,58	1,53 ± 0,08	197,66 ± 15,51
28 dias	175,20 ± 3,40	10,39 ± 1,69	33,68 ± 1,66	1,65 ± 0,07	289,26 ± 17,48
35 dias	210 ± 2,42	19,28 ± 1,34	40,87 ± 0,87	1,90 ± 0,08	399,52 ± 17,35

Os valores de ELg no período de 1 a 14 dias (Figura 1) e 15 a 35 dias (Figura 2) foram obtidos através dos coeficientes de regressão “b”, das equações ajustadas da energia bruta corporal em função do peso corporal em jejum, os quais representam os teores de energia por grama de peso corporal em cada fase.

Observou-se que as exigências de ELg aumentaram com o avançar da idade das aves (Tabela 4), pela maior deposição de gordura corporal. Em ensaios com frangas de postura Neme (2004) também verificou efeito crescente de exigências de ELg fracionada de 1 a 6, 7 a 12, e 13 a 18 semanas de idade.

Silva et al. (2004ab) obtiveram valores de 1,30 e 2,05 kcal/g de exigência de ELg para codornas de postura de 1 a 12 e 15 a 32 dias de idade, respectivamente sendo semelhantes aos valores de 1,37 e 2,11 kcal/g obtidos no presente trabalho com codornas de corte de 1 a 14 dias e 15 a 35 dias de idade.

Por meio da divisão da ELg determinada para cada fase pela eficiência de utilização de energia ( $K_{gp} = 0,47$ ) determinada no Ensaio II, obteve-se os valores de EMg de 2,91 e 4,5 kcal/g, respectivamente para os períodos de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade.

Observou-se crescente exigência de energia para o ganho de peso com o aumento da idade das aves. Uma das explicações para isto é a baixa eficiência de utilização da energia ingerida pelas codornas, com a proximidade da maturidade sexual (Silva et al., 2004b).

Trabalhando com lotes de frangos de corte sexados, Longo et al. (2006) também obtiveram valores crescentes de exigência para ganho de peso conforme o aumento da idade das aves. Os valores obtidos para as idades de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 56 dias foram: 3,71; 4,20 e 4,51 kcal/g para machos, e 3,97; 3,93 e 7,04 kcal/g para fêmeas. Realizando ensaio para determinação de energia metabolizável Sakomura et al. (2005) obtiveram exigência de EMg para poedeiras de 6,68 kcal/g.

Já Silva et al. (2004ab) obtiveram, para codornas de postura de 1 a 12 e 15 a 32 dias de idade, exigência de EMg de 4,64 e 9,32 kcal/g. Resultado semelhante ao do autor supracitado foi obtido por Jordão Filho (2008), para codornas de corte de 16 a 36 dias de idade alojadas em piso; obtendo o valor de 9,72 kcal/g ambos superiores ao encontrado nas duas fases para codornas de corte. Uma possível explicação para isto é o fato dos grupos genéticos de codornas de corte no Brasil não terem uma padronização, tendo diferenças nas taxas de crescimento e conseqüentemente na composição química corporal das carcaças.

Conforme Scott et al. (1982), comparações entre as exigências de energia para ganho de peso devem ser cuidadosamente avaliadas, pois existem diferenças entre linhagens e até mesmo entre o sexo das aves, havendo então mudanças na composição química corporal e também na taxa de crescimento, por conseguinte, nas deposições de gordura e proteína corporal.

Neste sentido a exigência de EMg se mostra bastante variável em função do sexo, linhagem e espécie, tornando importante então a determinação das exigências tomando como base a composição química corporal.

Tabela 4. Equações de regressões lineares da energia bruta corporal (EBc) em função do peso corporal em jejum (PCJ) e energias líquida (ELg) e metabolizável para ganho (EMg) em codornas de corte nos períodos de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade.

Idade	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	ELg (kcal/g)	EMg <sup>1</sup> (kcal/g)
1 a 14 dias	$EBc = - 1,8535 + 1,3714 PCJ$	0,99	1,3714	2,914
15 a 35 dias	$EBc = - 63,4415 + 2,1163 PCJ$	0,97	2,1163	4,497

EMg1 = ELg/Kgp (Kgp = 0,47).

A partir do valor de EMm, determinado no Ensaio II e dos valores de EMg foram elaborados modelos de predição de exigência energética diária para codornas de corte. Para determinação dos modelos foram considerados também o peso metabólico das aves ( $p^{0,75}$ ) e o ganho de peso por ave dia (G). Os modelos de predição de exigência de energia metabolizável determinados para o período de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade foram respectivamente:  $EMI = 157,61P^{0,75} + 2,91G$  e  $EMI = 157,61P^{0,75} + 4,5G$ .

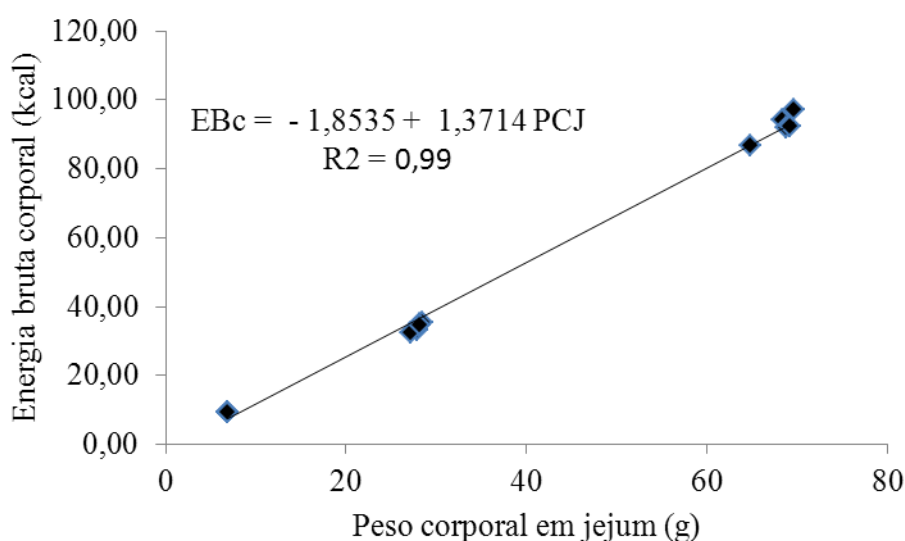


Figura 1 – Energia bruta corporal em função do peso corporal em jejum em codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade.

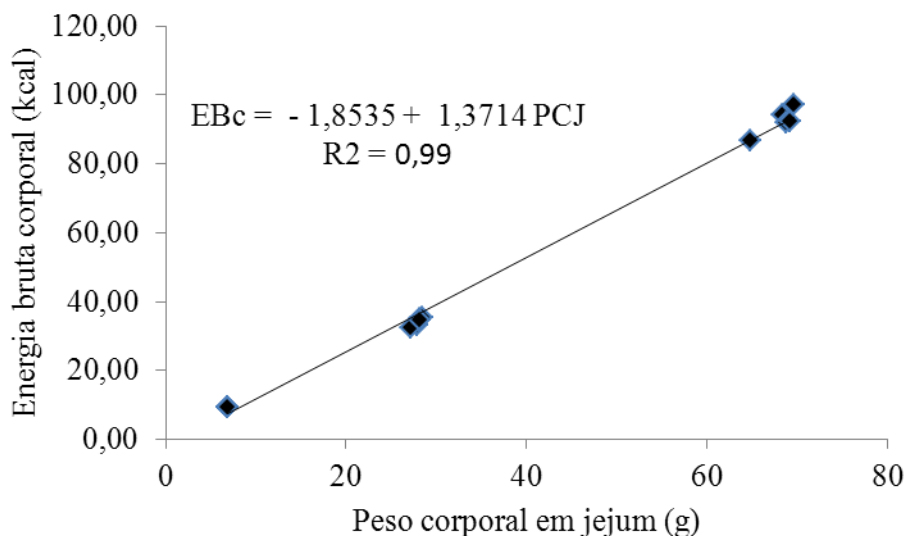


Figura 2 - Energia bruta corporal em função do peso corporal em jejum em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.

#### 5.4. Conclusão

Os valores obtidos para a energia metabolizável de ganho para os experimentos de 1 a 14 e 15 a 35 dias foram respectivamente 2,914 e 4,5 kcal/g. Com base no valor de energia metabolizável de manutenção obtido, e nos valores de energia metabolizável para ganho determinados neste ensaio, foram propostas as equações de predição  $EMI = 157,61P^{0,75} + 2,91G$  e  $157,61P^{0,75} + 4,5G$ , respectivamente, para as exigências energéticas de codornas de corte no período de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade.

#### 5.5. Literatura citada

- ALBINO, L.F.T.; FIALHO, F.B.; BELLAVAR, C. et al. Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura em recria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1625-1629, 1994.
- BAKER, D.H.; FERNANDEZ, S.R.; PARSONS, C.M. et al. Maintenance requirement for valine and efficiency of its use above maintenance for accretion of whole body valine and protein in young chicks. **Journal of Animal**, v.126, p.1844-1851, 1996.
- EMMANS, G.C. Effective energy: a concept of energy utilization applied across species. **British Journal of Nutrition**, v.71, p.801-821, 1994.
- FISCHER JR., A.A. **Valores de energia metabolizável e de aminoácidos digestíveis de alguns alimentos para aves**. 1997. 55p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Viçosa, Viçosa.
- JORDÃO FILHO, J. **Estimativas das Exigências de Proteína e de Energia para Manutenção, Ganho e Produção de Ovos em Codornas**. 2008. 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

- LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K., RABELLO C.B.V. et al. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.35, n.1, pp. 119-125, 2006.
- NEME, R. **Estimativa das exigências energéticas e curvas de desenvolvimento e composição corporal de linhagens de postura na fase de crescimento**. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K. Modeling energy utilization in broiler breeders, laying hens and broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Santos, v.6, p. 1-11, 2004.
- SAKOMURA, N.K.; BASAGLIA, R.; SÁ-FONTES, C.M.L. et al. Modelo para estimar as exigências de energia metabolizável para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.575-583, 2005.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FACV/UNESP. 2007, 283p.
- SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 138f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. **Nutrition of the chicken**. 3.ed. Ithaca: M.L. Scott & Association, 1982. 562p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; JORDÃO FILHO, J. et al. Exigências de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 1 a 12 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1209-1219, 2004a.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; JORDÃO FILHO, J. et al. Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1209-1219, 2004b.
- SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S. et al. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.38, n.8, 2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistemas de análises estatísticas e genéticas** - SAEG. versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p.



## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado no método fatorial foi possível propor equações de predição específicas das exigências nutricionais de energia para codornas de corte no período de 1 a 14 e 15 a 35 dias de idade, considerando a eficiência com que cada nutriente é utilizado.

A importância deste método é que ele permite o desenvolvimento de planos nutricionais específicos para codornas de corte, visto que geralmente suas dietas são formuladas com base em exigências de frangos de corte, ou até mesmo de linhagens de postura. Além disso, o método dose-resposta, que é outra metodologia utilizada com frequência para determinação de exigências nutricionais, não permite a formulação de modelos matemáticos que fracionem as exigências de energia para as aves.

No Brasil, ainda existem poucos trabalhos para determinação de exigências nutricionais para aves utilizando esta metodologia, principalmente com codornas. A comparação dos resultados obtidos neste experimento com outros já presentes na literatura é complexa, pois as exigências nutricionais são variáveis conforme a espécie, idade, condições de alojamento e temperatura em que foram realizados. Até mesmo dentro de linhagem, no caso das codornas de corte, pode haver variações tendo em vista que as codornas de corte no país, não possuem uma genética melhorada, sendo então variados os grupos genéticos de codornas de corte criadas no Brasil.

Novos trabalhos devem ser realizados com codornas de corte com a utilização desta metodologia a fim de elaborar planos nutricionais específicos e práticos para estas.