

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MODELOS PARA PREDIZER EXIGÊNCIAS PROTEICAS  
PARA CODORNAS DE CORTE

Autora: Mariana Fátima Zanon Ferreira  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simara Márcia Marcato  
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Dezembro - 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

MODELOS PARA PREDIZER EXIGÊNCIAS PROTEICAS  
PARA CODORNAS DE CORTE

Autora: Mariana Fátima Zanon Ferreira  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simara Márcia Marcato  
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

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  
Dezembro – 2014

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

F383m Ferreira, Mariana Fátima Zanon, 1990-  
Modelos para predizer exigências proteicas para  
codornas de corte / Mariana Fátima Zanon Ferreira. -  
- Maringá, 2014.  
51 f. : il. figs., tabs.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simara Márcia Marcato.  
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de  
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração:  
Produção Animal, 2014.

1. Codornas de corte - Abate comparativo. 2.  
Codornas de corte - Balanço de nitrogênio. 3.  
Codornas de corte - Modelo de predição. 4. Codornas  
de corte - Proteína bruta. 5. Codornas de corte -  
Nutrição. I. Marcato, Simara Márcia, orient. II.  
Furlan, Antonio Claudio, coorient. III. Universidade  
Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias.  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia IV. Título.

CDD 21.ed. 636.6

Zss-2020



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

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

Autora: Mariana Fátima Zanon Ferreira  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Simara Márcia Marcato

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 11 de dezembro de 2014.

Prof. Dr. Paulo Cesar Pozza

Prof. Dr. Alexandre Oba

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Simara Márcia Marcato  
(Orientadora)

*“No momento em que nos comprometemos, a providência divina também se põe em movimento... Como resultado da atitude, seguem todas as formas imprevistas de coincidências, encontros e ajuda, que nenhum ser humano jamais poderia ter sonhado encontrar. Qualquer coisa que você possa fazer ou sonhar, você pode começar. A coragem contém em si mesma, o poder, o gênio e a magia.”*

Johann Wolfgang Von Goethe

Aos meus pais,  
Por muitas vezes abdicarem de seus sonhos em função dos meus,  
Pela educação que priorizaram em minha vida  
e por serem exemplo de trabalho, garra e esperança;

Ao meu Avô, Orlando Zanon (*in memoriam*),  
Pelo homem que foi;

À minha Avó, Norfina S. Zanon,  
Pelo amor e dedicação incondicional;

À minha tia quase mãe, Anacir Zanon,  
Pela convivência, parceria, confiança e preocupação  
Por não medir esforços para ver a felicidade das sobrinhas;

Às minhas irmãs, Juliana e Marisa,  
Pela forte ligação que temos  
e que além de irmãs, somos grandes amigas.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo amparo emocional, por guiar meus passos e por me fazer enxergar diariamente que tudo está sob seu controle e que tudo tem um propósito na vida;

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simara Marcia Marcato, pelos ensinamentos, convivência, amizade, conselhos, correções, pela oportunidade de realizar o mestrado e principalmente por ter acreditado que eu seria capaz, minha eterna gratidão;

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan, pelos preciosos ensinamentos, sugestões e auxílio na elaboração dos experimentos;

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, por todo o conhecimento transmitido, em especial ao Prof. Dr. Paulo Cezar Pozza, pelo exemplo de Mestre inspirador, e ao Prof. Carlos Antonio Lopes de Oliveira, pelas sugestões estatísticas;

Aos amigos e colegas do meu estimado grupo de pesquisa: Daiane Grieser, Caroline Stanquevis, Taciana de Oliveira, Tainara Euzébio, Mariani Benites, Glenda Rosa, Mateus Ferreira, Priscila Martins e Alcides Emanuel da Costa, vocês são parte deste trabalho, pois, afinal, sozinha eu não conseguiria concluí-lo. Em especial, ao Vittor Zancanela, por ter sido meu braço direito na condução dos experimentos, durante as análises laboratoriais e pelo auxílio em minhas inúmeras dúvidas, sempre atencioso e prestativo;

Às amigas da Pós-Graduação: Eline Maria Finco, Isabelle Kaneko, Tsiane Schmitt e Jocasta Carraro, pelas manhãs, tardes e noites de estudos intensivos, pelas risadas e companheirismo durante nossa jornada;

Aos vigias da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial ao Seu Benedito e Seu Valdir, que mesmo com todas as restrições impostas, me ajudaram a cuidar das minhas codornas com muito amor e carinho;

Aos funcionários do Laboratório de Análises e Nutrição Animal - LANA, Creuza Azevedo, pelo auxílio e paciência durante a realização das análises e, ao Augusto de Camargo Neto, que apesar das nossas implicâncias um com o outro, sempre me auxiliou e esteve presente nas horas em que eu mais precisei, como um anjo da guarda;

À minha tia Anacir, pela companhia às inúmeras idas à FEI, por ter “vestido a camisa” dos meus experimentos e por todo o amor e cuidado que sempre teve comigo, com certeza você é muito mais que uma tia;

À minha mãe Arilete, Avó Norfina e irmãs Marisa e Juliana, pelas orações, por todo o apoio e incentivo que sempre me deram e que nunca me fizeram pensar em desistir. Sem vocês, nenhuma conquista seria possível. Faltam-me palavras para expressar a importância de vocês em minha vida;

Ao meu namorado, Rodrigo B. M. Nogueira, pelos momentos juntos, companheirismo, incentivo e amor durante esses anos, e principalmente, pelo apoio e tranquilidade nos momentos de preocupação;

À Universidade Estadual de Maringá, por ter possibilitado a realização deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

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

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

## BIOGRAFIA

MARIANA FÁTIMA ZANON FERREIRA, filha de Arilete Fausta Zanon Ferreira e José Maria Ferreira, nasceu em Marialva, Paraná, no dia 1º de Junho de 1990.

Em Dezembro de 2012, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em Março de 2013, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Avicultura.

No dia 11 de Dezembro de 2014, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO .....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I - INTRODUÇÃO .....	1
Importância da proteína na nutrição de aves.....	2
Metabolismo proteico em aves.....	4
Metodologias para estimar exigências proteicas.....	7
Referências.....	10
II - OBJETIVOS GERAIS.....	16
III - Exigências proteicas para manutenção e ganho de peso de codornas de corte .....	17
Resumo.....	17
Abstract .....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados .....	26
Discussão.....	31
Conclusão.....	37
Referências.....	37

IV - Avaliação de modelos de predição das exigências proteicas para codornas de corte	41
Resumo.....	41
Abstract .....	42
Introdução.....	43
Material e Métodos.....	44
Resultados .....	46
Discussão.....	48
Conclusão.....	50
Referências.....	50
V – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52

## LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo I	
Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais .....	22
Tabela 2. Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período da manhã e da tarde .....	23
Tabela 3. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte em crescimento .....	25
Tabela 4. Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período da manhã e da tarde .....	26
Tabela 5. Nitrogênio ingerido (NI), excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) de codornas de corte em função dos diferentes níveis de proteína bruta (PB) das dietas... .	27
Tabela 6. Estimativas das exigências de nitrogênio (Nm) e proteína bruta para manutenção (PBm), perdas de nitrogênio endógeno e metabólico (PNend) e eficiência de utilização do nitrogênio da dieta (k) de codornas de corte.....	27
Tabela 7. Peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), consumo de ração (CR) e ganho de peso (GP) de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de oferta de ração.....	28
Tabela 8. Composição química corporal de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de oferta de ração... ..	28
Tabela 9. Estimativas das exigências de nitrogênio (Nm) e proteína bruta para manutenção (PBm) e eficiência de utilização do nitrogênio da dieta (k) de codornas de corte.....	29
Tabela 10. Peso corporal em jejum (PCJ) e composição química corporal de codornas de corte em crescimento... ..	30

Tabela 11. Estimativas das exigências de nitrogênio líquido (Nlíq), nitrogênio bruto (Ng) e proteína bruta (PBg) para ganho de peso de codornas de corte em crescimento..30

## Capítulo II

Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações basais para codornas de corte em crescimento ..... 45

Tabela 2. Médias semanais de temperatura e umidade relativa do ar máxima e mínima.45

Tabela 3. Modelos de predição das exigências proteicas para codornas de corte em crescimento. .... 47

Tabela 4. Desempenho de codornas de corte em crescimento..... 47

Tabela 5. Avaliação dos modelos de predição das exigências proteicas para codornas de corte em crescimento. .... 48

## LISTA DE FIGURAS

	Página
I – INTRODUÇÃO	
Figura 1. Visão geral das vias do metabolismo de aminoácidos (Fonte: Adaptado de D’Mello, 2003). .....	5
Capítulo I	
Figura 1. Balanço de nitrogênio em função do nitrogênio ingerido. ....	27
Figura 2. Nitrogênio retido em função do nitrogênio ingerido em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.....	29
Figura 3. Nitrogênio corporal em função do peso corporal em jejum em codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade.....	31
Figura 4. Nitrogênio corporal em função do peso corporal em jejum em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.....	31

## RESUMO

Foram conduzidos quatro experimentos com o objetivo de determinar as exigências proteicas para manutenção (PBm) e ganho de peso (PBg) de codornas de corte, elaborar equações de predição das exigências de proteína bruta e avaliar suas aplicações. No experimento 1, com o objetivo de determinar a exigência de PBm pela técnica do balanço de nitrogênio, foram utilizadas 80 codornas de corte, com 24 dias de idade, alojadas em gaiolas de metabolismo e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições de quatro aves cada. Os tratamentos consistiram em rações com níveis crescentes de PB: 4; 10,5; 17 e 23,5%. Foram realizadas a coleta total de excretas e a quantificação do consumo de ração. Através da regressão do balanço de nitrogênio em função do nitrogênio ingerido, foi obtido a exigência de PBm de  $2,94 \text{ g/kg}^{0,75}/\text{dia}$ . No experimento 2, que teve como objetivo determinar a exigência de PBm pela técnica do abate comparativo, foram utilizadas 600 codornas de corte, com 15 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições de 30 aves cada. Os tratamentos consistiram em uma ração basal com consumos *ad libitum*, 70, 50 e 30% *ad libitum*, sendo a ingestão de ração quantificada diariamente. Foram realizados abates referenciais aos 15 e 35 dias de idade. Os nitrogênios retido (NR) e ingerido (NI) foram quantificados considerando o peso metabólico das aves. Através da regressão linear entre o NR nas carcaças em função do NI, foi estimada a exigência de PBm em  $7,88 \text{ g/kg}^{0,75}/\text{dia}$ . O experimento 3 teve o objetivo de determinar as exigências de PBg. Foram utilizadas 280 aves, no dia zero, alojadas em cinco unidades experimentais, perfazendo 56 aves cada, e alimentadas com rações basais *ad libitum*. Foram realizados abates semanais e, através da regressão do nitrogênio corporal das carcaças em função do peso corporal em jejum, foram estimadas as exigências de PBg

de: 439,19 (0 a 7 dias); 540,54 (8 a 14 dias); 506,76 (0 a 14 dias); 557,43 (15 a 21 dias); 675,68 (22 a 28 dias); 456,08 (29 a 35 dias) e 557,43 mg/g (15 a 35 dias). No experimento 4, com o objetivo de avaliar modelos de predição das exigências de proteína bruta, foram utilizadas 250 codornas de corte, no dia zero, alojadas em cinco boxes, perfazendo 50 aves por unidade experimental e alimentadas com rações basais formuladas a fim de atender as exigências nutricionais das codornas. O ganho de peso (GP), peso vivo (PV) e consumo de ração (CR) foram calculados semanalmente. Os modelos de predição foram elaborados considerando os coeficientes de exigências proteicas para manutenção (PBm), obtidos pelas técnicas do balanço de nitrogênio (BN) e abate comparativo (AC), e das exigências proteicas para ganho de peso determinadas nos experimentos 1, 2 e 3. Os dados de GP diário e PV foram aplicados aos modelos para determinar os consumos de PB estimados, que foram comparados com os consumos de PB observados. A comparação dos resultados foi realizada através do cálculo das diferenças e da soma de quadrado das diferenças. Os modelos avaliados, empregando a exigência de PBm determinada pela técnica do BN, foram os que apresentaram o melhor ajuste em relação aos consumos de PB observados. Considerando a exigência de PBm determinada pelo BN, os modelos de exigências proteicas elaborados para codornas de corte foram:  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,439.G$  (0 a 7 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,541.G$  (8 a 14 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,507.G$  (0 a 14 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,557.G$  (15 a 21 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,676.G$  (22 a 28 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,456.G$  (29 a 35 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,557.G$  (15 a 35 dias). Estes modelos apresentaram uma boa predição das exigências proteicas para codornas de corte, sendo assim possível serem utilizados por empresas, produtores e nutricionistas.

**Palavras-chave:** abate comparativo, balanço de nitrogênio, modelo de predição, proteína bruta

## ABSTRACT

Four experiments were carried out in order to determine the protein requirements for maintenance (CPm) and weight gain (CPg) of meat quails, develop prediction equations of crude protein requirements and evaluate their applications. In experiment 1, in order to determine the CPm requirement using the technique of nitrogen balance, 80 meat quails were used, with 24 days of age, housed in metabolism cages and distributed in a completely randomized design with four treatments and five replicates of four birds each. The treatments consisted of diets with increasing levels of CP: 4; 10.5; 17 and 23.5%. Total excreta collection and quantification of feed intake were performed. Through regression of nitrogen balance in relation to nitrogen intake the CPm requirement of  $2.94 \text{ g/kg}^{0.75}/\text{day}$  was obtained. In experiment 2, in order to determine the requirement of CPm by the comparative slaughter technique, 600 meat quails were used, with 15 days of age, distributed in a completely randomized design, with four treatments and five replicates of 30 birds each. The treatments consisted in a basal diet with *ad libitum* consumption, 70, 50 and 30% *ad libitum*, with the feed intake quantified daily. Referential slaughters were performed at 15 and 35 days of age. The retained (RN) and ingested (IN) nitrogen were quantified considering the metabolic weight of the birds. Through linear regression between the RN in the carcasses in relation to IN the requirement of CPm in  $7.88 \text{ g/kg}^{0.75}/\text{day}$  was estimated. Experiment 3 aimed to determine the requirements of CPg. 280 meat quails were used on day zero, housed in five experimental units, totaling 56 birds each, and fed with basal diets *ad libitum*. Weekly slaughters were performed and through regression of the body nitrogen of carcasses in relation to body weight in fasting, the requirements of CPg were estimated: 439.19 (0 to 7 days); 540.54 (8 to 14 days); 506.76 (0 to 14 days); 557.43 (15 to 21

days); 675.68 (22 to 28 days); 456.08 (29 to 35 days) and 557.43 mg/g (15 to 35 days). In experiment 4, in order to evaluate models for prediction of crude protein requirements, 250 meat quails were used, on day zero, housed in five boxes, totaling 50 birds each and fed with basal diets formulated to meet the nutritional requirements of the quails. The weight gain (WG), body weight (BW) and feed intake (FI) were calculated weekly. The prediction models were elaborated considering the coefficients of protein requirements for maintenance (CPm), obtained by the techniques of nitrogen balance (NB) and comparative slaughter (CS), and the protein requirements for weight gain determined in the experiments 1, 2 and 3. The data of daily WG and BW were applied to models to determine the estimated intakes of CP, which were compared with observed intakes of CP. The comparison of the results was performed by calculating the differences and the sum of squares of differences. The models evaluated using the requirement of CPm determined by NB technique showed the best adjustment to the observed intakes of CP. Considering the CPm requirement determined by NB, the models of protein requirements elaborated for meat quails were:  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.439G$  (0 to 7 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.541G$  (8 to 14 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.507G$  (0 to 14 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.557G$  (15 to 21 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.676G$  (22 to 28 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.456G$  (29 to 35 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.557G$  (15 to 35 days). These models presented a good prediction of protein requirements for meat quails, and thus can be used by companies, producers and nutritionists.

**Keywords:** comparative slaughter, crude protein, nitrogen balance, prediction model

## I – INTRODUÇÃO

A avicultura é uma das cadeias de produção que mais tem se destacado no cenário do agronegócio brasileiro, representando as maiores produções e exportações. Neste contexto, a coturnicultura vem se inserindo cada vez mais na avicultura industrial (Bertechini, 2010). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), em 2012, a produção de codornas foi de 16,436 milhões, registrando um aumento de 26,53% em relação ao ano de 2010, sendo dentre os efetivos animais, o que apresentou maior crescimento.

Este expressivo crescimento se deve, principalmente, ao aumento da demanda dos consumidores e ao desenvolvimento de novas tecnologias de produção. Além disso, as características produtivas das codornas são atrativas para os criadores, tais como o rápido crescimento, precocidade e maturidade sexual, alta produtividade, pequenos espaços para grandes populações, persistência de produção, baixo investimento (Pinto et al., 2002), tolerância ao calor e resistência a doenças que normalmente acometem outras aves (Jordão Filho et al., 2011).

No entanto, o sucesso econômico da produção não depende somente do incremento de codornas alojadas, é preciso obter melhorias na nutrição destas aves, na ambiência, sanidade e genética, visto que no Brasil pouco se tem trabalhado com melhoramento genético de codornas.

A criação de codornas no Brasil é destinada principalmente à produção de ovos (Móri et al., 2005), por ser um produto de qualidade nutricional, preço acessível e boa aceitação no mercado consumidor. Contudo, a linhagem europeia (*Coturnix coturnix*) destinada à produção de carne, vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, por atender aos requisitos necessários à produção e apresentar uma carne de

alta qualidade, porém aspectos quantitativos da carcaça como rendimentos e índices produtivos devem ser considerados (Winter et al., 2006) e melhorados para o sucesso da atividade. Segundo Oliveira et al. (2002), o consumo de ração e conversão alimentar da espécie apresentam valores altos.

Dessa forma, com o crescimento da produção de codornas de corte e a necessidade de melhorar seus índices produtivos, as exigências nutricionais destas aves têm sido muito estudadas, uma vez que, pouco se conhece a respeito das exigências adequadas às condições brasileiras. De acordo com o NRC (1994), dados de exigências de codornas japonesas têm sido mais estudados em relação a outras espécies de codornas. Muitas vezes, as rações destinadas a codornas de corte são formuladas atendendo os requerimentos nutricionais de codornas de postura (Costa et al., 2013).

Assim, os principais métodos utilizados para determinar as exigências nutricionais em aves têm sido o dose-resposta e o método fatorial, sendo este último o mais indicado, por fracionar a exigência total do nutriente em manutenção, crescimento e produção, considerando que a ave necessita de nutrientes para estas diferentes funções (Sakomura & Rostagno, 2007).

Nesse sentido, o estabelecimento adequado dos níveis nutricionais para codornas de corte em condições brasileiras se faz necessário para que as aves expressem seu máximo potencial produtivo, além de ser uma possibilidade de reduzir custos de produção.

### **Importância da proteína na nutrição de aves**

As proteínas são as macromoléculas biológicas mais abundantes que ocorrem em todas as células e em grande variedade, exibem uma enorme diversidade de funções e são os instrumentos moleculares por meio dos quais a informação genética é expressa (Nelson & Cox, 2011).

Todas as proteínas são compostas a partir do mesmo conjunto de 22 aminoácidos (Sakomura & Rostagno, 2007), sendo que cada aminoácido possui uma cadeia lateral com propriedades químicas diferentes. Assim, as proteínas distinguem-se, umas das outras, de acordo com suas composições em aminoácidos, de forma que os animais utilizam estes aminoácidos para sintetizar suas próprias proteínas (Andriguetto et al., 1981).

As células podem produzir proteínas com propriedades e atividades diferentes, simplesmente unindo os aminoácidos em muitas combinações e sequências diferentes (Nelson & Cox, 2011). A partir do fornecimento adequado de proteína na dieta, as aves

utilizam seus aminoácidos para a formação de uma diversidade de produtos, como pele, penas, matriz óssea, ligamentos e tecidos moles, como órgãos e músculos, além de contribuírem para uma série de funções metabólicas e serem precursores de constituintes corporais não-proteicos (NRC, 1994).

As exigências proteicas variam de acordo com a taxa de crescimento das aves, que é determinada pela sua genética. Na fase inicial, a proteína é ainda mais importante, pois se fornecida em quantidade adequada, as aves terão condições de expressarem o máximo desenvolvimento corporal, com formação de massa muscular e empenamento (Costa et al., 2013). Além disso, a proteína da dieta influencia no desempenho das aves (Smith & Pesti, 1998), e sua eficiência de utilização depende da qualidade e da composição dos aminoácidos (Boorman, 1981).

Em contrapartida, se a proteína da dieta for deficiente, poderá haver uma redução ou interrupção do crescimento, além de promover a mobilização de proteína a partir de tecidos corporais menos vitais para manter as funções vitais dos demais tecidos (NRC, 1994). Ademais, o desbalanço aminoacídico pode reduzir a eficiência de utilização da proteína e diminuir o consumo (Pack, 1995; Rodrigueiro et al., 2000).

Quando em excesso, os aminoácidos são tóxicos para os tecidos animais e podem limitar o desempenho das aves pelo aumento no catabolismo de aminoácidos (Jordão Filho et al., 2006), que requer um gasto extra de energia para excreção do nitrogênio na forma de ácido úrico, desviando, assim, parte da energia que poderia ser utilizada para manutenção ou ganho de peso. Além disso, o excesso de proteína na dieta aumenta a excreção de produtos residuais nitrogenados, aumentando conseqüentemente a poluição ambiental (Suida, 2001).

Visando amenizar estes problemas, estudos sugerem a formulação de dietas com base nas exigências de aminoácidos (Patterson, 2001). Os avanços no conhecimento do metabolismo proteico e o surgimento de novos aminoácidos sintéticos a preços compatíveis tem permitido a formulação de dietas mais próximas da exigência animal, melhorando o aproveitamento da proteína dietética e reduzindo a produção de resíduos nocivos ao meio ambiente, além da possibilidade de se estabelecer uma relação ideal entre todos os aminoácidos na dieta, pelo conceito da proteína ideal, o que contribui para a redução dos níveis proteicos da ração (Schmidt et al., 2009).

Embora seja possível reduzir os níveis de proteína bruta na dieta de aves em cerca de 3 a 4%, há limites biológicos em relação à quantidade de proteína dietética que pode

ser substituída com aminoácidos sintéticos, sendo a proteína bruta da dieta ainda bastante crítica e necessária para o desempenho das aves (Patterson, 2001).

O custo de produção é outro ponto fundamental acerca do fornecimento da quantidade adequada de proteína nas dietas, uma vez que, o alto preço das fontes proteicas da ração elevam os custos de produção de codornas. De acordo com Sangilimadan et al. (2012), um dos entraves para o rápido desenvolvimento da indústria de codornas é o custo de alimentação, que representa cerca de 70 a 75% do custo total de produção, sendo a proteína e/ou aminoácidos, responsáveis por cerca de 25% destes custos (Corrêa et al., 2010).

De acordo com Silva et al. (2006), a proteína é o segundo nutriente mais caro nas rações e seu balanceamento deve melhorar a competitividade e o rendimento econômico das criações de codornas.

### **Metabolismo proteico em aves**

As exigências proteicas e aminoacídicas das aves são divididas em exigência de manutenção, crescimento e produção, sendo que, para animais em crescimento, a principal função dos aminoácidos é como precursores da síntese proteica (Bequette, 2003).

A proteína obtida pelos animais, através de fontes exógenas, sofre hidrólise pelos processos de digestão e absorção resultando assim os aminoácidos que, juntamente com os demais aminoácidos de origens endógenas, constituem um *pool* de aminoácidos livres. Estes aminoácidos não são armazenados como moléculas livres, devendo seguir rotas anabólicas para proteínas, hormônios e outras moléculas bioativas ou rotas catabólicas de excreção na forma de ácido úrico (D'Mello, 2003) (Figura 1).

O *turnover* de proteínas é um termo utilizado para descrever tanto a sua síntese como a sua degradação (Goldspink & Goldspink, 1977; Goll et al., 1998). As proteínas estão constantemente sendo sintetizadas e, a seguir, degradadas. Para animais em crescimento, a diferença entre síntese e degradação representa o ganho de peso líquido e reflete a divisão dos destinos anabólicos e catabólicos dos aminoácidos (Lobley, 2003).

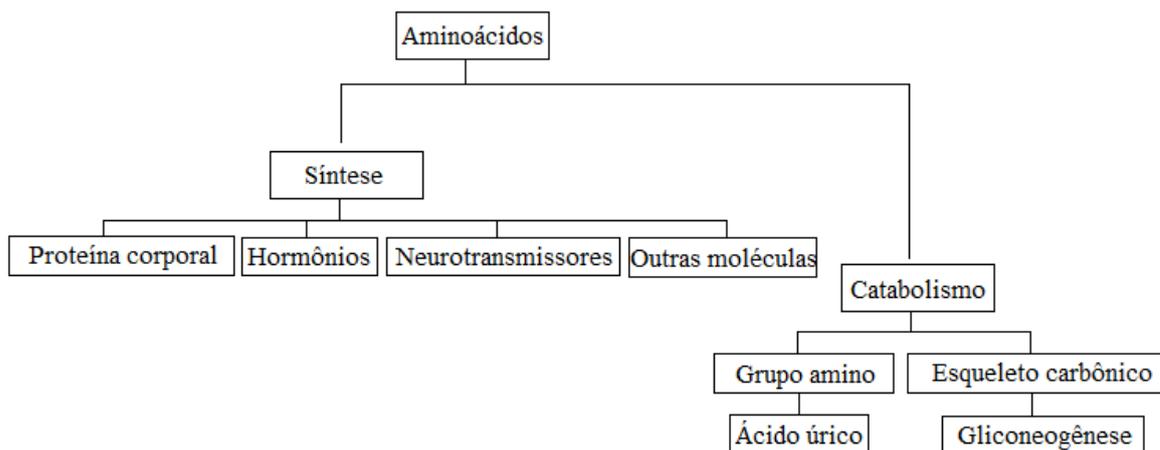


Figura 1. Visão geral das vias do metabolismo de aminoácidos (Fonte: Adaptado de D’Mello, 2003).

A síntese proteica é controlada pelo ácido desoxirribonucléico (DNA), que está presente no núcleo das células, transporta a informação genética que determina a estrutura exata das proteínas e automaticamente controla a formação do ácido ribonucleico (RNA) (Scott et al., 1982), que sofre um processo de transcrição e difunde-se para o citoplasma celular, onde vai controlar a síntese de proteínas específicas. Três tipos de RNA estão envolvidos na formação proteica: o RNA mensageiro, que transporta o código genético para o citoplasma; o RNA transportador, que acarreta os aminoácidos até os ribossomos, onde serão usados na montagem das moléculas de proteína e o RNA ribossômico, que juntamente com outras proteínas, formam os ribossomos, as estruturas físicas e químicas onde são efetivamente montadas as moléculas de proteína (Guyton & Hall, 1997).

Sucintamente, a síntese de uma molécula de proteína envolve, a princípio, a ativação de cada aminoácido por um processo químico, em que o ATP se combina com o aminoácido para formar um complexo de adenosina-monofosfato, liberando dois radicais fosfato de alta energia nesse processo. Em seguida, o aminoácido ativado, contendo energia em excesso, combina-se com seu RNA transportador específico para formar um complexo aminoácido-RNAt, enquanto, ao mesmo tempo, libera a adenosina-monofosfato. O RNA transportador, carregando o complexo do aminoácido, entra em contato com a molécula de RNA mensageiro no ribossomo, onde o anticódon do RNAt se fixa temporariamente a seu códon específico do RNA mensageiro, alinhando os aminoácidos em sua sequência apropriada para formar a molécula de proteína. Então, sob a influência da enzima peptidil-transferase, uma das proteínas do

ribossomo, são formadas ligações peptídicas entre os aminoácidos sucessivos, o que faz crescer progressivamente a cadeia de proteína (Guyton & Hall, 1997).

Diante do exposto, vale ressaltar que a deposição de proteína na carcaça é controlada pela genética da ave, independente da ingestão excessiva ocorre um limite na deposição diária, que não pode ser aumentada (Leeson, 1995).

Em relação à degradação de proteínas, esta pode ocorrer em três circunstâncias metabólicas diferentes: 1) durante o *turnover* proteico, em que alguns dos aminoácidos liberados pela quebra das proteínas serão degradados por oxidação, caso eles não sejam necessários para a síntese de novas moléculas; 2) devido a uma dieta rica em proteína, em que os aminoácidos ingeridos em excesso, em relação às necessidades corporais de biossíntese proteica, serão catabolizados; 3) durante o jejum prolongado, quando os carboidratos estão inacessíveis ou não são utilizados adequadamente, as proteínas corporais serão mobilizadas e seus aminoácidos empregados como combustível (Nelson & Cox, 2011).

Em todas estas circunstâncias metabólicas, o processo de degradação ocorre, sobretudo no fígado e inicia-se via reação de desaminação, que refere-se à remoção dos grupos amina dos aminoácidos e ocorre principalmente pela transaminação, que é a transferência do grupo amino para alguma substância aceptora (Guyton & Hall, 1997). Os  $\alpha$ -cetoácidos (esqueletos carbônicos dos aminoácidos) então formados, podem sofrer oxidação até  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  ou ainda fornecer unidades de 3 e 4 átomos de carbono, que serão convertidos em glicose pela gliconeogênese e podem assim, suprir as necessidades energéticas cerebrais, musculares e de outros tecidos (Nelson & Cox, 2011), já o nitrogênio resultante da desaminação fica disponível para a síntese de outros compostos ou simplesmente para ser excretado (Nones, 2002).

Contudo, o custo energético para a excreção de compostos nitrogenados é alto. De acordo com Costa et al. (2001), o custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia proteica é estimado em 4 mols de ATP, já para excretar um aminoácido, o gasto é em torno de 6 a 18 mols de ATP, podendo variar em função da quantidade de nitrogênio do aminoácido, sendo assim desvantajoso para a ave desviar energia que poderia ser utilizada para síntese de tecido, para utilizá-la na excreção de nitrogênio.

## **Metodologias para estimar exigências proteicas**

Para aves em crescimento, a exigência de um nutriente pode ser interpretada como a quantidade a ser fornecida para maximizar seu desempenho. De acordo com Labier & Leclercq (1992), a exigência de um nutriente é a quantidade mínima, em que, se aumentada esta quantidade, não haverá melhora no desempenho animal.

Há alguns anos as principais metodologias utilizadas para determinar as exigências nutricionais de aves têm sido o método empírico, ou também chamado de dose-resposta, e o método fatorial (Hurwitz et al., 1983; Chwalibog, 1992; Sakomura et al., 2005).

O método dose-resposta determina as exigências com base na resposta do desempenho dos animais alimentados com dietas contendo níveis crescentes do nutriente estudado. Muitos estudos relacionados às exigências nutricionais foram realizados utilizando-se este método, entretanto, os pesquisadores têm usado diferentes critérios para interpretar os resultados, levando a variações nas conclusões dos níveis recomendados (Sakomura & Rostagno, 2007). Um dos maiores inconvenientes deste método é que as exigências de manutenção e de ganho, em função da idade das aves, não são consideradas (Gous, 1998). Sakomura (1996), relatou que é de suma importância à utilização de técnicas que fracionem a eficiência para deposição de proteína para cada atividade produtiva.

Além disso, as estimativas obtidas pelo método dose-resposta são válidas apenas para a fase específica da vida do animal, e restritas às condições ambientais e alimentares fixas que os experimentos foram realizados, indicando que os valores de exigência de um nutriente são aplicáveis para condições semelhantes às que o experimento foi conduzido (Gous, 1998).

Vários fatores influenciam as exigências proteicas, como a idade das aves, genótipo, peso corporal e manejo. Considerando que o método empírico não controla tais fatores, e apresenta uma série de restrições já mencionadas, alguns pesquisadores têm recomendado o método fatorial para determinação das exigências nutricionais (Hurwitz & Bornstein, 1973; Gous, 1998; Moughan & Fuller, 2003).

Os tradicionais estudos de dose-resposta proporcionaram ao longo do tempo informações preliminares úteis, no entanto, já deram lugar ao estudo fatorial, através do uso da modelagem, muitas vezes bastante sofisticadas, que permitem uma maior flexibilidade e abordagem específica em relação às estimativas de exigências nutricionais (Moughan & Fuller, 2003).

O método fatorial baseia-se no princípio de que a exigência de proteína da ave é a quantidade a ser fornecida para sua manutenção, crescimento e produção, dessa forma, este método fraciona a exigência total, em manutenção, crescimento e produção. Para a elaboração dos modelos fatoriais ou de predição, é necessário determinar os coeficientes ou fatores que expressam as exigências. Este método tem sido a base para elaboração de modelos que estimam as exigências nutricionais levando em conta as diferenças de pesos, composição corporal, potencial de crescimento e produção das aves (Sakomura & Rostagno, 2007).

A manutenção pode ser conceituada como sendo a situação em que a ave se encontra em equilíbrio de nitrogênio (N), entre o catabolismo e anabolismo. Dessa forma, a exigência de proteína bruta ou nitrogênio para manutenção é estimada como sendo a quantidade de N ingerida necessária para manter o animal em equilíbrio de N, ou seja, quando a quantidade de N ingerido for igual a quantidade de N excretado (Scott et al., 1982).

Sendo assim, duas técnicas são mais utilizadas para a determinação das exigências de proteína para manutenção pelo método fatorial: o balanço de nitrogênio e o abate comparativo. A técnica do balanço de nitrogênio é baseada em um ensaio de metabolismo (Longo et al., 2001; Rabello et al., 2002; Bonato et al., 2013a). Os tratamentos consistem em dietas isocalóricas com níveis crescentes de proteína bruta, com o objetivo de proporcionar balanços de nitrogênio positivo, próximo a zero e negativo (Filardi et al., 2000), pela diferença entre a quantidade de nitrogênio ingerida e excretada (Basaglia et al., 1998). Através da regressão linear do balanço de nitrogênio em função do nitrogênio ingerido, é possível determinar a exigência de nitrogênio para manutenção, representada pelo intercepto do eixo X, as perdas endógenas e metabólicas representadas pelo intercepto negativo do eixo Y e a eficiência de utilização do nitrogênio da dieta como sendo a inclinação da reta (Burnham & Gous, 1992; Filardi et al., 2000). A exigência de nitrogênio para manutenção multiplicada pelo fator de conversão 6,25 fornece a exigência de proteína bruta para manutenção.

A técnica do abate comparativo estima a deposição ou remoção de nutrientes do tecido animal, em que as aves são submetidas a diferentes níveis de consumo de uma única ração, e através de abates comparativos no início e final do período experimental, é possível obter a quantidade de nitrogênio retido na carcaça (Albino et al., 1994), por diferença dos teores de nitrogênio corporal. Análises de regressão entre o nitrogênio retido em função do nitrogênio ingerido fornecem, no intercepto do eixo X, a exigência

de nitrogênio para manutenção, e o coeficiente de regressão fornece a eficiência de utilização do nitrogênio da dieta (Filardi et al., 2000). De acordo com Wolynetz & Sibbald (1987), esta técnica é baseada no pressuposto de que a composição corporal de um grupo de aves pode ser estimada com precisão pela composição da carcaça de uma amostra de aves da mesma população.

Para determinação das exigências de proteína para ganho de peso, pode ser utilizada a técnica do abate comparativo semanal, com o objetivo de quantificar os teores de nitrogênio na carcaça. Através da regressão entre o teor de nitrogênio corporal em função do peso corporal, é possível estimar as exigências líquidas de nitrogênio, que dividida pela eficiência de utilização do nitrogênio da dieta resulta na exigência de nitrogênio dietético, o qual multiplicado pelo fator de conversão 6,25 fornece a exigência de proteína bruta para ganho de peso (Basaglia et al., 1998; Filardi et al., 2000; Longo et al., 2001; Silva et al., 2004ab).

Assim sendo, com base nas exigências de manutenção e ganho de peso determinadas, é possível a elaboração dos modelos de predição das exigências diárias de proteína bruta para o crescimento das aves (Longo et al., 2001; Silva et al., 2004b). Entretanto, estes modelos, para serem comercialmente implantados, devem ser validados (Rivera-Torres, 2013). A validação de modelos pode ser feita seguindo vários critérios: os modelos podem ser avaliados em ensaios de desempenho; por simulação; por comparação dos dados preditos pelo modelo com aqueles observados em ensaios ou ainda pode ser aplicado nos modelos dados de desempenho esperados (Sakomura & Rostagno, 2007).

As aplicações da modelagem matemática na ciência avícola têm sido extensas e variadas (Fisher, 2013), uma vez que, os modelos de predição são capazes de prestar assistência à nutricionistas, geneticistas e produtores que desejam tornar a produção mais eficiente (Gous, 1998). Contudo, os estudos de modelagem com base na metodologia fatorial para codornas de corte são bastante escassos na literatura, sendo a maioria deles realizados com frangos de corte (Longo et al., 2001; Sakomura, 2004; Sakomura et al., 2005; Dorigam et al., 2013), matrizes pesadas (Filardi et al., 2000; Rabello, 2002; Sakomura, 2004; Reyes et al., 2011) e poedeiras (Albino et al., 1994; Basaglia et al., 1998; Bonato et al., 2013b; Silva et al., 2013).

Para Gous (2013), os modelos de simulação apresentam muitas vantagens, dentre elas, uma melhor compreensão do sistema produtivo. Os modelos de crescimento representam uma forma de interpretar melhor a resposta de crescimento das aves, assim como determinar com mais exatidão suas exigências (Rivera-Torres, 2013). Logo, os

modelos matemáticos têm sido desenvolvidos nas últimas décadas para auxiliar pesquisas e empresas na tomada de decisões (Oviedo-Rondón, 2013), pois permitem estimar as respostas de desempenho e as necessidades nutricionais das aves de forma rápida e simples, permitindo que os nutricionistas atualizem as formulações sem necessidade de desenvolverem ensaios biológicos e análises laboratoriais (Silva et al., 2004a).

Dessa forma, os modelos matemáticos baseados no método fatorial para estimar exigências, são ferramentas importantes no estabelecimento de estratégias nutricionais. Para codornas, estes estudos se fazem necessários, visto que, são escassos e suas exigências não estão totalmente elucidadas, podendo os modelos ser um artifício para otimizar a produção, através da redução dos custos com alimentação e maximização do desempenho das aves, tornando a atividade mais competitiva no mercado.

### Referências

- Albino, L.F.T., Fialho, F.B., Bellaver, C., Hara, C., Paiva, G.J., 1994. Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura em recría. *Pesq. Agropec. Bras.* 29, 1625-1629.
- Andriguetto, J.M., Perly, L., Minardi, I., Gemael, A., Flemming, J.S., Souza, G.A., 1981. *Nutrição Animal – As bases e os fundamentos da nutrição animal*. Nobel, São Paulo, Brasil.
- Basaglia, R., Sakomura, N.K., Resende, K.T., Silva, R., Junqueira, O.M., 1998. Exigências de proteína para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade. *R. Bras. Zootec.* 27, 556-563.
- Bequette, B.J., 2003. Amino Acid Metabolism in Animals: an Overview, in: D’Mello, J.P.F. (Ed.), *Amino Acids in Animal Nutrition*. 2nd ed. CABI International, Wallingford, UK, pp. 87-101.
- Bertechini, A.G., 2010. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In *Anais do IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura*. Lavras, MG, Brasil, pp. 09-14.
- Bonato, M.A., Sakomura, N.K., Dorigam, J.C.P., Gous, R.M., 2013a. Maintenance requirements for amino acids in poultry. In: *International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production*. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Bonato, M.A.; Sakomura, N.K.; Silva, E.P., Araújo, J.A., Sünder, A., Liebert, F., 2013b. Amino acid requirements for pullets based on potential protein deposition and

- the efficiency of amino acid utilization. In: International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Boorman, K.N., 1981. Dietary constraints on nitrogen retention, in: Buttery, P.J., Lindsay, D.B. (Eds.), Protein deposition in animals. London: Butterworths, pp. 147-166.
- Burnham, D., Gous, R.M., 1992. Isoleucina requirements of the chicken: requirement for maintenance. *Br. Poult. Sci.* 33, 59-69.
- Chwalibog, A., 1992. Factorial estimation of energy requirement for egg production. *Poult Sci.* 71, 509-515.
- Corrêa, G.S.S.; Silva, M.A.; Corrêa, A.B., Fontes, D.O., Dionello, N.J.L., Santos, G.G., Wenceslau, R.R., Felipe, V.P.S., Freitas, L.S., 2010. Relação entre os níveis de lisina da dieta e as características de desempenho de codornas de corte EV2, durante o período de crescimento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 62, 930-939.
- Costa, F.G.P., Oliveira, A.S., Lobato, G.B.V., Melo, T.S., Lima, M.R., Vieira, D.V.G., 2013. Exigências nutricionais para codornas europeias. In: V Simpósio Internacional e IV Congresso Brasileiro de Coturnicultura, Lavras, MG, Brasil, pp. 85-99.
- Costa, F.G.P., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Gomes, P.C., Toledo, R.S., Vargas Junior, J.G., 2001. Níveis Dietéticos de Proteína Bruta para Frangos de Corte de 1 a 21 e 22 a 42 Dias de Idade. *R. Bras. Zootec.* 30, 1498-1505.
- D'Mello, J.P.F., 2013. An Outline of Pathways in Amino Acid Metabolism, in: D'Mello, J.P.F. (Ed), *Amino Acids in Animal Nutrition*. 2nd ed. CABI International, Wallingford, UK, pp. 71-86.
- Dorigam, J.C.P., Sakomura, N.K., Suender, A., Wecke, C., 2013. A comparison of two approaches for determining the optimum dietary amino acid ratios of fast-growing broilers. In: International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Filardi, R.S., Sakomura, N.K., Basaglia, R., Resende, K.T., Sanches, A., 2000. Equação de predição das exigências de proteína bruta para matrizes pesadas em crescimento. *R. Bras. Zootec.* 29, 2308-2315.
- Fisher, C., 2013. An overview of poultry models. In: International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production. Jaboticabal, SP, Brasil.

- Goldspink, D.F., Goldspink, G., 1977. Age-related changes in protein turnover and ribonucleic acid of the diaphragm muscle of normal and dystrophic hamsters. *Biochem J.* 162, 191-194.
- Goll, D. E., Thompson, V. F., Taylor R. G., Ouali, A., 1998. The calpain system and skeletal muscle growth. *Can. J. Anim. Sci.* 78, 503–512.
- Gous, R.M., 1998. Making progress in the nutrition of broilers. *Poult Sci.* 77, 111-117.
- Gous, R.M., 2013. Modelling reproduction in broiler breeder and laying hens. In: *International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production*. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 1997. *Tratado de fisiologia médica*. 9<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Hurwitz, L., Bornstein, S., 1973. The protein and amino acid requirements of laying hens: suggested models for calculation. *Poult Sci.* 52, 1124-1134.
- Hurwitz, S., Frisch, Y., Bar, A., Eisner, U., Bengal, I., Pines, M., 1983. The amino acid requirements of growing turkeys. 1. Model construction and parameter estimation. *Poult Sci.* 62, 2208 – 2217.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012. *Produção da pecuária municipal*. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Pecuaria/Producao\\_da\\_Pecuaria\\_Municipal/2012/comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/comentarios.pdf)> Acesso em: 10/09/2014.
- Jordão Filho, J., Silva, J.H.V., Silva, C.T., Costa, F.G.P., Sousa, J.M.B., Givisiez, P.E.N., 2011. Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. *R. Bras. Zootec.* 40, 2415-2422.
- Jordão Filho, J., Silva, J.H.V., Silva, E.L., Ribeiro, M.L.G., Costa, F.G.P., Rodrigues, P.B., 2006. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. *R. Bras. Zootec.* 35, 1728-1734.
- Larbier, M., Leclercq, B., 1992. *Nutrition and Feeding of Poultry*. Loughborough: Nottingham University Press.
- Leeson, S., 1995. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: *Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas*. FACTA, Curitiba, PR, Brasil, pp.11-18.

- Lobley, G.E., 2003. Protein turnover—what does it mean for animal production? *Can. J. Anim. Sci.*, 83, 327–340.
- Longo, F.A., Sakomura, N.K., Figueiredo, A.N., Rabello, C.B., Ferraudo, A.S., 2001. Equações de predições das exigências proteicas para frangos de corte. *R. Bras. Zootec.* 30, 1521-1530.
- Móri, C., Garcia, E.A., Pavan, A.C., Piccinin, A., Pizzolante, C.C., 2005. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. *R. Bras. Zootec.* 34, 870-876.
- Moughan, P.J., Fuller, M.F., 2013. Modelling Amino Acid Metabolism and the Estimation of Amino Acid Requirements, in: D’Mello, J.P.F. (Ed). *Amino Acids in Animal Nutrition*. 2nd ed. CABI International, Wallingford, UK, pp. 187-202.
- National Research Council - NRC, 1994. *Nutrient Requirement of Poultry*. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, US.
- Nelson, D.L., Cox, M.M., 2011. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 5° ed. São Paulo: Sarvier.
- Nones, K., Lima, G.J.M.M., Bellaver, C., Rutz, F., 2002. Formulação das dietas, desempenho e qualidade da carcaça, produção e composição de dejetos de suínos. *Sci. Agric.* 59, 635-644.
- Oliveira, E.G., Almeida, M.I.M., Mendes, A.A., Veiga, N., Dias, K., 2002. Desempenho produtivo de codornas para corte de ambos os sexos alimentadas com dietas com quatro níveis proteicos. *Arch. Vet. Sci.* 7, 75-80.
- Oviedo-Rondón, E.O., 2013. Model Applications in Poultry Production and Nutrition, in: *International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production*. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Pack, M., 1995. Excess protein can depress amino acid utilization. *Feed Mix.* 3, 24-25.
- Patterson, P. Using Dietary and Management Strategies to Reduce the Nutrient Excretion of Poultry. Disponível em: <[http://www.extension.org/mediawiki/files/e/ea/LES\\_11.pdf](http://www.extension.org/mediawiki/files/e/ea/LES_11.pdf)> Acesso em: 26/09/2014.
- Pinto, R., Ferreira, A.S., Albino, L.F.T., Gomes, P.C., Vargas Júnior, J.G., 2002. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. *R. Bras. Zootec.* 31, 1761-1770.

- Rabello, C.B.V., Sakomura, N.K., Longo, F.A., Resende, K.T., Couto, H.P., 2002. Equação de predição da exigência de proteína bruta para aves reprodutoras pesadas na fase de produção. R. Bras. Zootec. 31, 1204-1213.
- Reyes, M.E., Salas, C., Coon, C.N., 2011. Energy requirement for maintenance and egg production for broiler breeder hens. Int. J. Poult. Sci. 10, 913-920.
- Rivera-Torres, V., 2013. Challenges around the application of poultry models: the case of turkeys, in: International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Rodrigueiro, R.J.B., Albino, L.F.T., Rostagno, H.S., Gomes, P.C., Pozza, P.C., Neme, R., 2000. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. R. Bras. Zootec. 29, 507-517.
- Sakomura, N.K., 1996. Exigências nutricionais das aves utilizando o modelo fatorial, in: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos, Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil, pp. 319-344.
- Sakomura, N.K., 2004. Modeling Energy Utilization in Broiler Breeders, Laying Hens and Broilers. Braz. J. Poult. Sci. 6, 1-11.
- Sakomura, N.K., Basaglia, R., Sá-Fortes, C.M.L., Fernandes, J.B.K., 2005. Modelos para Estimar as Exigências de Energia Metabolizável para Poedeiras. R. Bras. Zootec. 34, 575-583.
- Sakomura, N.K., Rostagno, H.S., 2007. Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos. FACV/UNESP, Jaboticabal, Brasil.
- Sangilimadan, K., Asha Rajini, R., Prabakaran R., Balakrishnan, V., Murugan, M., 2012. Effect of dietary protein on layer japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in tropics. Tamilnadu J. Vet. & Anim. Sci. 8, n.5, 271-278.
- Schmidt, M., Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Nunes, R.V., Cupertino, E.S., 2009. Exigência nutricional de lisina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. R. Bras. Zootec. 38, 1956-1961.
- Scott, M.L., Nesheim, M.C., Young, R.J., 1982. Nutrition of the Chicken. 3rd ed. M.L. Scott & Associates, Ithaca, NY.
- Silva, E. L., Silva, J. H. V., Jordão Filho, J., Ribeiro, M.L., Costa, F.G.P., Rodrigues, P.B., 2006. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). R. Bras. Zootec. 35, 822-829.

- Silva, E.P., Sakomura, N.K., Marcato, S.M., Neme, R., 2013. Description of the growth of body components of broilers and laying pullets. In: International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Silva, J.H.V., Silva, M.B., Jordão Filho, J., Silva, E.L., Andrade, J.S., Melo, D.A., Ribeiro, M.L.G., Rocha, M.R.F., Costa, F.G.P., Dutra Júnior, W.M., 2004a. 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. R. Bras. Zootec. 33, 1209-1219.
- Silva, J.H.V., Silva, M.B., Jordão Filho, J., Silva, E.L., Andrade, J.S., Melo, D.A., Ribeiro, M.L.G., Rocha, M.R.F., Costa, F.G.P., Dutra Júnior, W.M., 2004b. Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. R. Bras. Zootec. 33, 1220-1230.
- Smith, E.R., Pesti, G.M., 1998. Influence of Broiler Strain Cross and Dietary Protein on the Performance of Broilers. Poult Sci. 77, 276–281.
- Suida, D., 2001. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: Simpósio Internacional de Nutrição Animal: Proteína Ideal, Energia Líquida E Modelagem, Santa Maria, RS, Brasil, pp.27-43.
- Winter, E.M.W., Almeida, M.I.M., Oliveira, E.G., Martins, E.N., Natel, A.S., Surek, D., 2006. Aplicação do método Bayesiano na estimação de correlações genéticas e fenotípicas de peso em codornas de corte em várias idades. R. Bras. Zootec. 35, 1684-1690.
- Wolynetz, M.S., Sibbald, I.R., 1987. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. Poult Sci. 66, 1961-1972.

## II – OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste trabalho foi determinar as exigências proteicas para manutenção e ganho de peso de codornas de corte, elaborar equações de predição das exigências de proteína bruta e avaliar suas aplicações.

### III – Exigências proteicas para manutenção e ganho de peso de codornas de corte

**Resumo** – Foram conduzidos três experimentos com o objetivo de determinar as exigências de proteína bruta para manutenção (PBm) e ganho de peso (PBg) de codornas de corte de zero a 35 dias de idade. O experimento 1 foi realizado para determinar a exigência de PBm pela técnica do balanço de nitrogênio. Foram utilizadas 80 codornas de corte, com 24 dias de idade, alojadas em gaiolas de metabolismo e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições de quatro aves cada. Os tratamentos consistiram em rações com níveis crescentes de PB: 4; 10,5; 17 e 23,5%. Através da regressão do balanço de nitrogênio em função do nitrogênio ingerido, foi obtida a exigência de PBm de  $2,94 \text{ g/kg}^{0,75}/\text{dia}$ . O experimento 2 teve o objetivo de determinar a PBm pela técnica do abate comparativo. Foram utilizadas 600 codornas de corte, com 15 dias de idade, distribuídas em DIC, com quatro tratamentos e cinco repetições de 30 aves cada. Os tratamentos consistiram em uma ração basal com consumos *ad libitum*, 70, 50 e 30% *ad libitum*. Foram realizados abates referenciais aos 15 e 35 dias de idade. Os nitrogênios retido (NR) e ingerido (NI) foram quantificados considerando o peso metabólico das aves. Através da regressão linear entre o NR em função do NI, foi estimada a exigência de PBm em  $7,88 \text{ g/kg}^{0,75}/\text{dia}$ . O experimento 3 teve o objetivo de determinar as exigências de PBg. Foram utilizadas 280 codornas de corte, no dia zero, alojadas em cinco boxes, perfazendo 56 aves por unidade experimental, e alimentadas com rações basais *ad libitum*. Foram realizados abates semanais e através da regressão do nitrogênio corporal das carcaças em função do peso corporal em jejum, foram estimadas as exigências de PBg de: 439,19 (0 a 7 dias); 540,54 (8 a 14 dias); 506,76 (0 a 14 dias); 557,43 (15 a 21 dias); 675,68 (22 a 28 dias); 456,08 (29 a 35 dias) e 557,43 mg/g (15 a 35 dias).

**Palavras-chave:** abate comparativo, balanço de nitrogênio, equações de predição, método fatorial

### III – Protein requirements for maintenance and weight gain of meat quails

**Abstract** – Three experiments were carried out in order to determine the crude protein requirements for maintenance (CPm) and weight gain (CPg) of meat quails from 0 to 35 days of age. Experiment 1 was conducted to determine the requirement of CPm using the technique of nitrogen balance. 80 meat quails were used, with 24 days of age, housed in metabolism cages and distributed in a completely randomized design (CRD) with four treatments and five replicates of four birds each. The treatments consisted in diets with increasing levels of CP: 4; 10.5; 17 and 23.5%. Through regression of nitrogen balance in relation to nitrogen intake the CPm requirement of  $2.94 \text{ g/kg}^{0.75}/\text{day}$  was obtained. Experiment 2 aimed to determine the CPm by the comparative slaughter technique. 600 meat quails were used, with 15 days of age, distributed in a CRD, with four treatments and five replicates of 30 birds each. The treatments consisted in a basal diet with *ad libitum* consumption, 70, 50 and 30% *ad libitum*. Referential slaughters were performed at 15 and 35 days of age. The retained (RN) and ingested (IN) nitrogen were quantified considering the metabolic weight of the birds. Through of the linear regression between the RN in relation to IN the requirement of CPm in  $7.88 \text{ g/kg}^{0.75}/\text{day}$  was estimated. Experiment 3 aimed to determine the requirements of CPg. 280 meat quails were used, on day zero, housed in five boxes, totaling 56 birds each, and fed with basal diets *ad libitum*. Weekly slaughters were performed and through regression of body nitrogen of carcasses in relation to body weight in fasting, the requirements of CPg were estimated: 439.19 (0 to 7 days); 540.54 (8 to 14 days); 506.76 (0 to 14 days); 557.43 (15 to 21 days); 675.68 (22 to 28 days); 456.08 (29 to 35 days) and 557.43 mg / g (15 to 35 days).

**Keywords:** comparative slaughter, factorial method, nitrogen balance, prediction equations

## 1. Introdução

O sucesso e a eficiência da coturnicultura de corte estão relacionados à nutrição, dentre outros fatores. Neste aspecto, a determinação de suas exigências nutricionais se faz necessária, uma vez que os estudos são escassos, sendo muitas vezes utilizados dados de codornas japonesas ou até mesmo de frangos de corte (Costa et al., 2013). Além disso, o estabelecimento adequado dos requerimentos nutricionais influencia diretamente o máximo desempenho das aves e os custos de alimentação, que representam cerca de 70 a 75% do custo total de produção (Sangilimadan et al., 2012).

A proteína da dieta, e seus constituintes, podem ser utilizados para a formação de diversas estruturas, como a pele, penas, matriz óssea, ligamentos e tecidos moles (NRC, 1994). Para aves em crescimento, a proteína é importante, sobretudo para a síntese de massa muscular. Quando em excesso, os aminoácidos podem ser tóxicos para as aves, podendo limitar seu desempenho pelo aumento no catabolismo aminoacídico (Jordão Filho et al., 2006), que requer um gasto extra de energia.

Dessa forma, diante da importância do fornecimento adequado dos nutrientes, dentre eles a proteína da dieta, um método que vem sendo muito utilizado para a determinação de exigências nutricionais é o método fatorial (Sakomura et al., 2005; Reyes et al., 2011; Moughan & Fuller, 2013), pois fraciona as exigências fisiológicas para manutenção e crescimento (Hurwitz et al., 1983), sendo as necessidades de manutenção a prioridade e o nutriente disponível restante podendo ser utilizado para crescimento e/ou produção (Reyes et al., 2011).

O conceito de manutenção pode ser definido como o estado de conservação da condição corporal de um animal, sem realizar nenhum tipo de trabalho nem produção, existindo um equilíbrio entre ingestão e excreção de nutrientes (Armsby & Moulton, 1925). Com o uso do método fatorial, as exigências proteicas de manutenção podem ser determinadas pelo uso das técnicas do balanço de nitrogênio e abate comparativo.

Ensaio de balanço de nitrogênio são realizados a fim de estimar o ponto onde a retenção de nitrogênio é igual à zero, ou seja, onde as perdas são iguais à ingestão (Burhan & Gous, 1992; Longo et al., 2001; Nonis & Gous, 2008). A técnica do abate comparativo estima a retenção de nitrogênio corporal das aves, através de abates no início e final do período experimental (Filardi et al., 2000). Esta técnica é também utilizada para determinar as exigências proteicas para ganho de peso, através de abates comparativos semanais, com o objetivo de quantificar os teores de nitrogênio na carcaça.

Assim, este trabalho teve como objetivo determinar, por meio do método fatorial as exigências de proteína bruta para manutenção e ganho de peso para codornas de corte de zero a 35 dias de idade.

## 2. Material e Métodos

Três experimentos foram conduzidos no Setor de Coturnicultura da Universidade Estadual de Maringá (UEM), e o protocolo experimental foi previamente aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação da UEM (protocolo número 039/2014).

A exigência de proteína bruta para manutenção foi determinada por intermédio de duas técnicas: do balanço de nitrogênio (Experimento 1) e do abate comparativo (Experimento 2), enquanto as exigências proteicas para ganho de peso foram estimadas pela técnica do abate comparativo semanal (Experimento 3).

### 2.1 Experimento 1

#### 2.1.1 Animais, tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizadas 80 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp), com 24 dias de idade e alojadas em uma bateria com gaiolas de arame galvanizado, dispoendo de bebedouros tipo *nipple* e de comedouros tipo calha. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos (4; 10,5; 17 e 23,5% de proteína bruta), cinco repetições e quatro aves por unidade experimental. Os níveis de proteína tiveram a finalidade de proporcionar balanços de nitrogênio positivo, próximo a zero e negativo.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas para atender às exigências nutricionais de todos os nutrientes, exceto de proteína e aminoácidos, seguindo as recomendações preconizadas por Scherer (2009) para exigência de energia metabolizável e por Silva et al. (2009) para atender às exigências de cálcio e fósforo disponível.

O período experimental teve duração de 8 dias, sendo quatro dias para adaptação às gaiolas e dietas experimentais e quatro dias para quantificação da ingestão de alimento e coleta total de excretas. Foi realizado o método tradicional de coleta total de excretas, utilizando o óxido férrico (2%) como marcador do início e final do período de coleta.

### *2.1.2 Processamento das amostras e análises laboratoriais*

O material coletado, após a retirada dos resíduos de pena, ração e descamação da pele, foi congelado até o final do período total das 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 e proteína bruta, as amostras das rações foram submetidas às mesmas análises, que foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990).

### *2.1.3 Cálculos e Análises Estatísticas*

Os dados de balanço de nitrogênio foram obtidos através do cálculo da diferença entre o nitrogênio ingerido (NI) e o nitrogênio excretado (NE).

Os dados foram analisados por meio do Programa Estatístico R (2011). A distribuição normal dos resíduos foi verificada através do teste Shapiro-Wilk.

A exigência de nitrogênio para manutenção (Nm) foi determinada de acordo com o procedimento proposto por Burnham & Gous (1992), por intermédio da regressão linear do balanço de nitrogênio (BN) em função do NI. O Nm é representado pela equação como sendo o NI quando a retenção deste nutriente é igual à zero, as perdas endógenas e metabólicas sendo o valor do BN quando o NI é nulo e a eficiência de utilização do nitrogênio da dieta é representada pela inclinação da reta. A proteína bruta para manutenção (PBm) foi obtida pela multiplicação do Nm pelo fator de conversão 6,25.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de PB (%)			
	4	10,5	17	23,5
Farinha de mandioca	54,330	28,600	-	-
Farelo de soja 45%	-	11,980	23,590	41,490
Milho grão	40,600	56,080	72,490	50,960
Óleo de soja	0,412	-	0,221	3,820
Fosfato bicálcico	1,997	1,846	1,700	1,557
Sal comum	0,442	0,448	0,455	0,457
Calcário	-	0,147	0,305	0,300
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,400	0,400	0,400	0,400
L- Lisina HCl 78%	0,208	0,268	0,401	0,364
DL- Metionina 98%	0,056	0,151	0,299	0,482
L - Treonina 98%	0,045	0,070	0,129	0,160
Antioxidante <sup>2</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte	1,500	-	-	-
Total	100	100	100	100
<b>Exigências nutricionais</b>				
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3,036	3,036	3,036	3,036
Proteína Bruta (%)	4,00	10,50	17,00	23,50
Cálcio (%)	0,61	0,61	0,61	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	0,25	0,63	1,06	1,45
Met+Cist digestível (%)	0,18	0,45	0,77	1,09
Treonina digestível (%)	0,16	0,41	0,69	0,94

<sup>1</sup>Suplementação mineral/vitamínica (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; <sup>2</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno).

## 2.2 Experimento 2

### 2.2.1 Animais, tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em um galpão convencional, dividido em boxes de 2,5 m<sup>2</sup>, com cobertura de telha fibrocimento, piso de terra batido e paredes laterais de alvenaria com 0,50 metros de altura, completadas com tela de arame até o telhado. O material utilizado como cama foi palha de arroz de primeiro uso.

Foram utilizadas 600 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp), com 15 dias de idade, não sexadas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos, que consistiram em diferentes níveis de ingestão de

ração: *ad libitum*, 70%, 50% e 30% *ad libitum*, com cinco repetições e 30 aves por unidade experimental.

A ração contendo 23,5% de PB (Tabela 1) foi formulada à base de milho moído e farelo de soja, para atender às exigências nutricionais das codornas, conforme preconizado por Scherer (2009), Silva et al. (2009) e Ton et al. (dados não publicados).

A quantidade de ração, dos grupos em restrição alimentar, foi fornecida diariamente com base no consumo do grupo *ad libitum* do dia anterior. A água foi fornecida à vontade durante todo o período experimental.

O programa de iluminação foi através de luz natural mais luz artificial, totalizando 24 horas de luz. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar (Tabela 2) foram registrados no início da manhã e no final da tarde, por intermédio de termo higrômetros de máxima e mínima.

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

Idade (dias)	Manhã				Tarde			
	Temperatura (°C)		Umidade (%)		Temperatura (°C)		Umidade (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
15 a 21	34,5	19,3	73,38	26,95	32,4	20,1	69,42	30,18
22 a 28	33,2	19,7	75,33	29,06	33,3	23,1	64,67	30,27
29 a 35	33,8	19	82,15	25,35	34,0	19,5	72,08	23,67

### 2.2.2 Processamento das amostras e análises laboratoriais

Para avaliação da composição química corporal, foram realizados dois abates referências: um abate inicial aos 15 dias de idade e um abate final aos 35 dias de idade. As codornas foram submetidas a 6 horas de jejum pré-abate, posteriormente foram insensibilizadas via intravenosa pelo barbitúrico tiopental sendo sacrificadas em seguida por deslocamento cervical.

As carcaças, com penas e vísceras, foram congeladas e moídas integralmente em moedor industrial de carne para obtenção de uma amostra representativa. As amostras foram pesadas, homogeneizadas e secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas a 55°C. Posteriormente, foram novamente moídas e determinados os teores de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, conforme metodologia descrita pela AOAC (1990).

### 2.2.3 Cálculos e análises estatísticas

O ganho de peso (g) foi determinado através da diferença entre o peso final e inicial de cada unidade experimental. O peso vivo médio (g) foi obtido considerando-se o peso

do box dividido pelo número de aves existentes no momento da pesagem. O consumo de ração (g), pela diferença entre a ração fornecida e as sobras nos comedouros.

A partir dos dados de peso vivo (g) das codornas, e dos teores médios de nitrogênio inicial e final presentes nas carcaças, foi determinado o conteúdo de nitrogênio corporal ao início e ao final do período experimental e, por diferença, encontrado o nitrogênio corporal retido.

Os dados foram analisados por meio do Programa Estatístico R (2011). A distribuição normal dos resíduos foi verificada através do teste Shapiro-Wilk.

Com base nos valores de nitrogênio ingerido (NI) e nitrogênio corporal retido (NR), foi realizada análise de regressão linear entre o NR em função do NI para determinar a exigência de PBm. Estimando-se uma retenção igual a zero, ou seja um equilíbrio de nitrogênio, a equação de regressão forneceu a exigência de nitrogênio para manutenção, o coeficiente de regressão correspondeu à eficiência de utilização da proteína da dieta. Multiplicando-se o valor de nitrogênio para manutenção pelo fator de conversão 6,25, foi estimada a exigência de proteína para manutenção.

### 2.3 Experimento 3

#### 2.3.1 Animais, tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizadas 280 codornas de corte, no dia zero, não sexadas e alojadas em cinco boxes, perfazendo 56 aves por unidade experimental. Este experimento foi dividido em dois períodos, de acordo com a fase de crescimento das codornas: 0 a 14 e 15 a 35 dias de idade. As aves foram alojadas nas mesmas condições que o Experimento 2.

Até o 7º dia de idade, os boxes foram 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, que foram substituídos aos 7 dias por comedouros tubulares e bebedouros pendulares. Durante todo o período experimental, as aves receberam ração e água *ad libitum*. As rações experimentais foram formuladas à base de milho moído e farelo de soja, para atender às exigências nutricionais das codornas em suas respectivas idades (Tabela 3).

Tabela 3. Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas de corte em crescimento

Ingredientes (%)	Fases (dias)	
	0 a 14	15 a 35
Farelo de soja 45%	53,000	41,490
Milho grão	37,950	50,960
Óleo de soja	5,540	3,820
Fosfato bicálcico	1,463	1,557
Sal comum	0,458	0,457
Calcário	0,407	0,300
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,400	0,400
L- Lisina HCl 78%	0,210	0,364
DL- Metionina 98%	0,453	0,482
L - Treonina 98%	0,109	0,160
Antioxidante <sup>2</sup>	0,010	0,010
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Exigências nutricionais</b>		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2,997	3,036
Proteína Bruta (%)	27,50	23,50
Cálcio (%)	0,65	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	1,60	1,45
Met+Cist digestível (%)	1,15	1,09
Treonina digestível (%)	1,04	0,94
Sódio (%)	0,20	0,20
Balanco Eletrolítico (mEq/kg)	272,48	227,94

<sup>1</sup>Suplementação mineral/vitamínica (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; <sup>2</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno).

Foi utilizado um programa de luz de 24 horas e o aquecimento se deu por meio de campânulas elétricas com lâmpadas incandescentes até o 10º dia de idade, e, após este período, o aquecimento foi alterado, conforme as condições ambientais. A fim de evitar oscilações de temperatura e incidência de vento, foram utilizados círculos de proteção nos boxes até os 14 dias de idade. Durante todo o período experimental, a temperatura e a umidade foram registradas às 8 e 16 horas (Tabela 4), utilizando termo higrômetros de máxima e mínima.

Tabela 4. Médias semanais de temperatura e umidade relativa máxima e mínima registradas no período da manhã e da tarde

Idade (dias)	Manhã				Tarde			
	Temperatura (°C)		Umidade (%)		Temperatura (°C)		Umidade (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
0 a 7	32,56	21,19	75,76	37,29	32,6	24,8	67,88	36,21
8 a 14	35,63	21,64	80,81	31,14	34,1	23,2	78,53	30,4
15 a 21	34,5	19,3	73,38	26,95	32,4	20,1	69,42	30,18
22 a 28	33,2	19,7	75,33	29,06	33,3	23,1	64,67	30,27
29 a 35	33,8	19	82,15	25,35	34,0	19,5	72,08	23,67

### 2.3.2 Processamento das amostras e análises laboratoriais

Antes do abate, as codornas foram selecionadas de acordo com o peso médio ( $\pm$  5%) de cada unidade experimental, submetidas a 6 horas de jejum, para esvaziamento completo do trato gastrointestinal, e posteriormente foram insensibilizadas via intravenosa pelo barbitúrico tiopental sendo sacrificadas em seguida por deslocamento cervical. Os abates foram realizados aos 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias de idade, de 30, 10, 4, 3, 3 e 2 codornas por repetição para avaliação da composição química corporal. O processamento das carcaças foi realizado de acordo com a mesma metodologia descrita no Experimento 2, assim como as análises de MS, PB e EE.

### 2.3.3 Cálculos e análises estatísticas

Os valores semanais de nitrogênio corporal foram obtidos a partir dos valores de proteína quantificados semanalmente nas carcaças e do peso corporal em jejum das codornas em cada idade. Os dados foram analisados por meio do Programa Estatístico R (2011), através da regressão do nitrogênio corporal na carcaça em função do peso corporal em jejum foi estimada a exigência de nitrogênio líquido para ganho de peso, que dividida pela eficiência de utilização do nitrogênio da dieta, determinada no Experimento 2, forneceu a exigência de nitrogênio dietético para ganho de peso (Ng). A exigência de proteína bruta para ganho de peso (PBg) foi obtida multiplicando-se a Ng pelo fator de conversão 6,25.

## 3. Resultados

### 3.1 Experimento 1

O nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado (NE) e o balanço de nitrogênio (BN) ( $\text{g/kg}^{0,75}/\text{dia}$ ) aumentaram proporcionalmente em relação ao teor de proteína bruta da ração (Tabela 5).

Tabela 5. Nitrogênio ingerido (NI), excretado (NE) e balanço de nitrogênio (BN) de codornas de corte em função dos diferentes níveis de proteína bruta (PB) das dietas.

Níveis de PB (%)	NI	NE	BN
	(g/kg <sup>0,75</sup> /dia)		
4,0	0,26 ± 0,02 <sup>1</sup>	0,48 ± 0,06	-0,22 ± 0,08
10,5	1,42 ± 0,05	0,76 ± 0,02	0,66 ± 0,03
17,0	2,61 ± 0,11	1,27 ± 0,10	1,34 ± 0,16
23,5	4,17 ± 0,02	2,09 ± 0,12	2,08 ± 0,12

<sup>1</sup>Erro padrão da média

A regressão do BN em função do NI (Figura 1) proporcionou o ajuste da equação  $BN = -0,27273 (\pm 0,08) + 0,58522 (\pm 0,03).NI$ , em que, o nitrogênio de manutenção (Nm) estimado foi de 0,47 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia, as perdas endógenas e metabólicas foram de 0,27 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia, a eficiência de utilização do nitrogênio da dieta (k) foi de 58,52% e a exigência de proteína bruta para manutenção (PBm) foi de 2,94 g de PB/kg<sup>0,75</sup>/dia (Tabela 6).

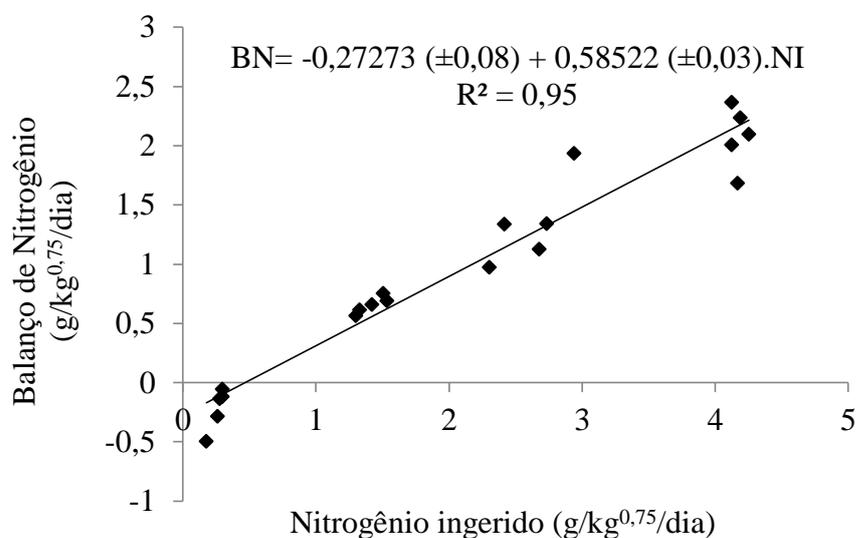


Figura 1. Balanço de nitrogênio em função do nitrogênio ingerido.

Tabela 6. Estimativas das exigências de nitrogênio (Nm) e proteína bruta para manutenção (PBm), perdas de nitrogênio endógeno e metabólico (PNend) e eficiência de utilização do nitrogênio da dieta (k) de codornas de corte.

Equação	R <sup>2</sup>	Nm	PBm	PNend	k
		(g/kg <sup>0,75</sup> /dia)			(%)
$BN = -0,27273 (\pm 0,08) + 0,58522 (\pm 0,03).NI$	0,95	0,47	2,94	0,27	58,52

### 3.2 Experimento 2

O desempenho das codornas (PVF, CR e GP) piorou à medida que o nível de ingestão de ração foi reduzido até 30% do consumo *ad libitum* (Tabela 7).

Tabela 7. Peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), consumo de ração (CR) e ganho de peso (GP) de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de oferta de ração.

Níveis de oferta de ração (%)	PVI (g)	PVF (g)	CR (g/ave/dia)	GP (g/ave/dia)
100	79,04 ± 0,09 <sup>1</sup>	222,73 ± 1,54	22,34 ± 0,30	7,18 ± 0,07
70	78,83 ± 0,09	164,62 ± 0,48	15,38 ± 0,03	4,29 ± 0,02
50	78,89 ± 0,07	127,55 ± 0,84	11,12 ± 0,01	2,43 ± 0,04
30	79,08 ± 0,02	87,41 ± 0,90	7,49 ± 0,02	0,42 ± 0,04

<sup>1</sup>Erro padrão da média

A redução na oferta de ração reduziu os teores de matéria seca (MS) e extrato etéreo (EE) corporais das codornas de corte aos 35 dias de idade. A diminuição da gordura corporal foi evidente com a redução da oferta de ração, enquanto que o teor de proteína bruta (PB) das carcaças sofreu pequena variação em função dos tratamentos. O nitrogênio corporal (NC), obtido a partir dos dados de peso vivo e PB (%) das carcaças, diminuiu com a redução dos níveis de oferta de ração (Tabela 8), como consequência da queda no ganho de peso.

Tabela 8. Composição química corporal de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de oferta de ração.

Níveis de oferta de ração (%)	MS (%)	EE (%)	PB (%)	NC (g)
100	31,03 ± 0,52 <sup>1</sup>	6,49 ± 0,32	20,42 ± 0,43	6,95 ± 0,12
70	27,95 ± 0,27	2,68 ± 0,14	20,63 ± 0,55	5,62 ± 0,16
50	26,58 ± 0,36	1,34 ± 0,09	21,22 ± 0,16	4,26 ± 0,04
30	26,12 ± 0,31	0,93 ± 0,03	20,33 ± 0,71	2,85 ± 0,10

<sup>1</sup>Erro padrão da média. MS= matéria seca, EE= extrato etéreo, PB= proteína bruta, NC= nitrogênio corporal

A partir dos dados de consumo e retenções de nitrogênio, dos 15 aos 35 dias de idade, foi obtida a equação de regressão para estimar a exigência de nitrogênio de manutenção ( $\text{g/kg}^{0,75}/\text{dia}$ ) e a eficiência (%) de utilização do nitrogênio da dieta (Figura 2).

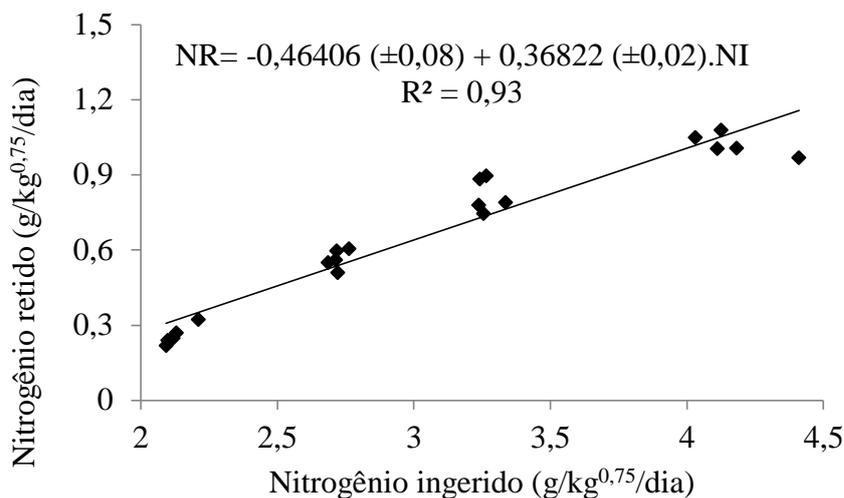


Figura 2. Nitrogênio retido em função do nitrogênio ingerido em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.

A exigência de nitrogênio para manutenção, estimada pela equação, foi de 1,26 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia e a eficiência de utilização do nitrogênio da dieta foi 37%. Assim, a exigência de proteína bruta para manutenção, determinada pela técnica do abate comparativo, foi de 7,88 g de PB/ kg<sup>0,75</sup>/dia (Tabela 9).

Tabela 9. Estimativas das exigências de nitrogênio (Nm) e proteína bruta para manutenção (PBm) e eficiência de utilização do nitrogênio da dieta (k) de codornas de corte.

Equação	R <sup>2</sup>	Nm (g/kg <sup>0,75</sup> /dia)	PBm	K (%)
NR = -0,46406 (±0,08) + 0,36822 (±0,02).NI	0,93	1,26	7,88	37

### 3.3 Experimento 3

Com o aumento da idade das codornas, houve um aumento do peso corporal em jejum, da matéria seca, proteína bruta, exceto aos 35 dias, e do nitrogênio corporal. Os teores de extrato etéreo apresentaram uma relação inversamente proporcional à proteína bruta aos 7, 14, 28 e 35 dias (Tabela 10).

Os valores de nitrogênio líquido, nitrogênio bruto e proteína bruta para ganho de peso foram estimados semanalmente, e por fase de crescimento, de forma que aumentaram com o avanço da idade, exceto para o período de 29 a 35 dias (Tabela 11).

Tabela 10. Peso corporal em jejum (PCJ) e composição química corporal de codornas de corte em crescimento.

Idade (dias)	PCJ (g)	MS (%)	EE (%)	PB (%)	NC (g)
0	8,87 ± 0,06 <sup>1</sup>	21,96 ± 0,19	5,17 ± 0,05	13,83 ± 0,13	0,20 ± 0,00
7	36,63 ± 0,52	23,34 ± 0,22	4,15 ± 0,21	15,46 ± 0,09	0,92 ± 0,02
14	77,70 ± 1,33	25,65 ± 0,36	3,41 ± 0,10	18,06 ± 0,37	2,24 ± 0,05
21	131,07 ± 3,00	28,00 ± 0,38	4,91 ± 0,23	19,09 ± 0,23	4,00 ± 0,08
28	164,93 ± 2,83	29,02 ± 0,43	3,79 ± 0,23	20,54 ± 0,19	5,42 ± 0,09
35	215,20 ± 1,50	31,64 ± 0,89	8,16 ± 0,25	19,66 ± 0,37	6,77 ± 0,12

<sup>1</sup>Erro padrão da média. MS= matéria seca, EE= extrato etéreo, PB= proteína bruta e NC= nitrogênio corporal

Tabela 11. Estimativas das exigências de nitrogênio líquido (Nlíq), nitrogênio bruto (Ng) e proteína bruta (PBg) para ganho de peso de codornas de corte em crescimento.

Idade (dias)	Equações	R <sup>2</sup>	Nlíq	Ng	PBg
				(mg/g)	
0 a 7	NC=-0,0315823(±0,005)+0,0256418(±0,000).PCJ	0,99	26	70,27	439,19
8 a 14	NC= -0,283652(±0,072)+0,032497(±0,001).PCJ	0,98	32	86,49	540,54
0 a 14	NC= -0,1134387(±0,038)+0,0299170(±0,001).PCJ	0,99	30	81,08	506,76
15 a 21	NC= -0,279056(±0,141)+0,032582(±0,001).PCJ	0,98	33	89,19	557,43
22 a 28	NC= -1,210215(±0,391)+0,039994(±0,003).PCJ	0,97	40	108,11	675,68
29 a 35	NC= 1,03029(±0,503)+0,02663(±0,003).PCJ	0,93	27	72,97	456,08
15 a 35	NC= -0,2992946(±0,147)+0,0333250(±0,001).PCJ	0,98	33	89,19	557,43

Os valores de nitrogênio líquido para ganho de peso (Nlíq), obtidos para a 1<sup>a</sup> (0 a 14 d) e 2<sup>a</sup> (15 a 35 d) fases de crescimento foram 30 e 33 mg/g respectivamente (Figuras 3 e 4), que representam os níveis de nitrogênio líquido para a variação de 1 grama de peso corporal. Os resultados determinados de exigências proteicas para ganho de peso foram de 506,76 e 557,43 mg/g nos mesmos períodos, respectivamente.

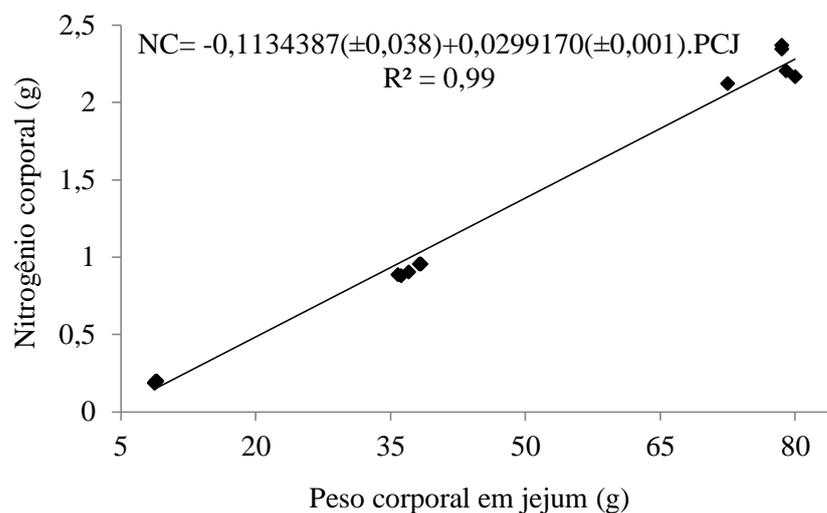


Figura 3. Nitrogênio corporal em função do peso corporal em jejum em codornas de corte no período de 0 a 14 dias de idade.

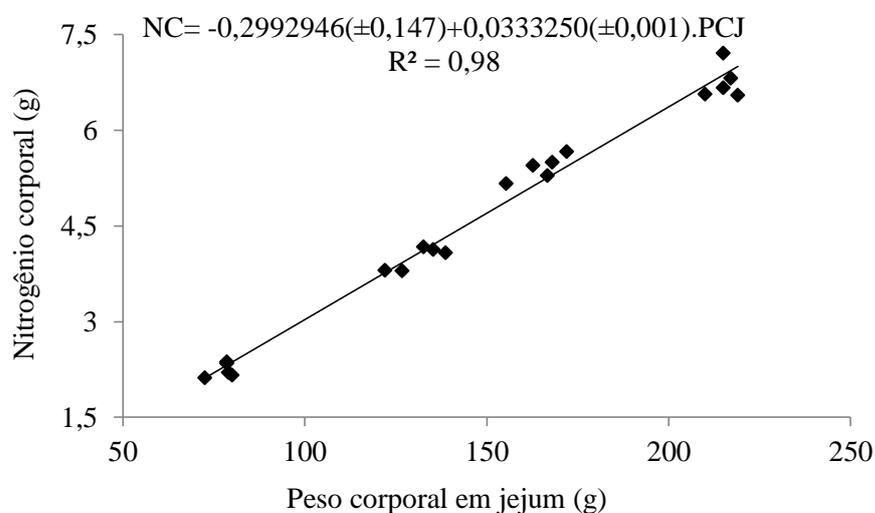


Figura 4. Nitrogênio corporal em função do peso corporal em jejum em codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade.

## 4. Discussão

### 4.1 Experimento 1

O aumento do nitrogênio ingerido, nitrogênio excretado e balanço de nitrogênio, proporcionalmente ao acréscimo de proteína bruta nas rações, é consequência do aumento da quantidade de nitrogênio fornecido às codornas para utilizarem em suas atividades metabólicas que envolvam o nitrogênio da dieta. O balanço de nitrogênio negativo, observado com o fornecimento da ração com 4% de PB, indica que a

quantidade de nitrogênio ingerida não foi suficiente para manter as aves em equilíbrio (Basaglia et al., 1998), inferindo que a degradação proteica foi superior à síntese.

A exigência de Nm de 0,47 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia foi próxima à encontrada por Scott et al. (1982) para aves em crescimento (0,42 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia), entretanto, foi superior aos resultados encontrados por Longo et al. (2001) para frangos de corte machos e fêmeas, de 0,21 e 0,28 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente, e por Filardi et al. (2000) que trabalharam com matrizes pesadas em crescimento e encontraram 0,32 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia.

Estudos de determinação de exigências proteicas para manutenção em codornas de corte, pela técnica do balanço de nitrogênio são escassos, no entanto, a comparação dos resultados obtidos neste estudo com aqueles de outras espécies de aves justificam os valores superiores encontrados, uma vez que, as codornas são mais exigentes em proteína quando comparadas a frangos de corte e poedeiras (Silva et al., 2012).

As perdas de nitrogênio endógeno e metabólico (PNend) são estimadas pela equação no intercepto do eixo Y, considerando que não exista ingestão de nitrogênio. De acordo com Scott et al. (1982), a proteína endógena do trato digestivo é constituída de saliva, suco gástrico, suco pancreático, descamação das células epiteliais da mucosa intestinal e mucinas, que são produzidas e secretadas pelas células ao longo do trato gastrointestinal, e para aves em crescimento, a perda diária de nitrogênio endógeno é de aproximadamente 0,25 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia, que assemelha-se as perdas endógenas estimadas no presente estudo (0,27 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia).

Basaglia et al. (1998) encontraram o valor de PNend de 0,27 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade, assim como Rabello et al. (2002), trabalhando com aves reprodutoras pesadas, obtiveram uma PNend de 0,22 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia, que também são próximos ao valor obtido.

A inclinação da reta da equação representa a eficiência de utilização do nitrogênio da dieta (Sakomura & Rostagno, 2007). O resultado obtido neste trabalho (58,52%) é próximo dos resultados de estudos realizados com outras categorias de aves, utilizando a mesma metodologia; Sakomura et al. (2002) encontraram o valor de 58,94% para poedeiras, Rabello (2001) obteve 60,79% trabalhando com matrizes pesadas em reprodução e Filardi (2000) o valor de 55% para matrizes em crescimento, entretanto, o resultado diferiu de Scott et al. (1982) que obtiveram o valor 64% para frangos de corte e de Basaglia et al. (1998), de 67,21% para aves de postura em crescimento. Esses resultados podem ser justificados pelas diferenças genéticas e fisiológicas de cada uma das espécies de aves estudada.

#### 4.2 Experimento 2

A queda no desempenho das aves foi uma consequência da redução na oferta de ração, uma vez que, reduzido a ingestão de nutrientes à níveis abaixo do consumo voluntário, a ave necessita oxidar os lipídeos, carboidratos e proteínas ingeridos para suprir suas exigências de manutenção, e na falta destes, a ave precisa mobilizar os nutrientes depositados para tal atividade, influenciando o ganho de peso.

A manutenção é um conceito importante para animais em crescimento (Silva et al., 2004a), visto que o ganho de peso se dá pelo consumo de nutrientes acima da exigência de manutenção. De acordo com Lobleby (2003), a diferença entre síntese e degradação representa o ganho de peso líquido e reflete a divisão dos destinos anabólicos e catabólicos dos aminoácidos. Neste experimento, possivelmente o nível de maior restrição alimentar (30% *ad libitum*) tenha sido suficiente para atender somente às exigências de manutenção das codornas, tendo em vista que o ganho de peso foi próximo a zero, indicando que houve um equilíbrio entre síntese e degradação proteica.

Os resultados da composição química corporal, com pouca alteração nos teores de PB e redução acentuada de EE em função dos níveis de restrição alimentar, indica o uso preferencial da gordura corporal como fonte energética no metabolismo em relação à proteína (Jordão Filho, 2008). A concentração de nutrientes no sangue influencia a taxa com que serão utilizados ou armazenados no tecido, dessa forma, os tratamentos com restrição de ração mais severa foram os que apresentaram os menores teores de gordura na carcaça, visto que, os carboidratos destas dietas foram utilizados como fonte primária de energia para atender às demandas metabólicas de manutenção, resultando em diferenças nas taxas de lipogênese entre os diferentes tratamentos.

A exigência de Nm de 1,26 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia foi superior aos resultados encontrados em outros estudos com codornas, utilizando a mesma técnica. Silva et al. (2004b) encontraram uma exigência de 0,76 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia para codornas japonesas, de 15 a 32 dias de idade, e Jordão Filho et al. (2012) obtiveram uma exigência de 0,78 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia, para codornas de corte de 16 a 36 dias de idade. O resultado obtido neste trabalho foi três vezes superior ao observado por Scott et al. (1982), para aves em crescimento (0,42 g de N/kg<sup>0,75</sup>/dia). Filardi et al. (2000) também verificaram que a técnica do abate comparativo proporcionou um valor relativamente alto, em relação aos preconizados para aves em crescimento. Esses resultados sugerem que a técnica do abate comparativo, por utilizar níveis muito severos de restrição alimentar, e em função

da retenção de nitrogênio, possa superestimar os resultados de exigências proteicas de manutenção.

Sendo assim, a aplicação das técnicas do balanço de nitrogênio (Experimento 1) e do abate comparativo forneceram valores diferentes de exigência de proteína bruta para manutenção, essa diferença pode estar associada ao sistema de alojamento das aves (gaiola vs piso), à idade (Filardi et al., 2000) e às particularidades de cada técnica, dentre elas, como já mencionado, o fato de que o método do abate comparativo possa ter superestimado as exigências.

Basaglia et al. (1998) determinaram as exigências proteicas de manutenção para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade, através das técnicas do balanço de nitrogênio e abate comparativo, e observaram que os resultados obtidos pelo balanço de nitrogênio forneceram dados condizentes com a literatura, concordando com os resultados do presente estudo.

De acordo com Sakomura & Rostagno (2007), os primeiros estudos realizados para determinar as exigências proteicas de manutenção para aves, pelo método do abate comparativo, proporcionaram valores superiores àqueles relacionados na literatura, sendo assim, para determinar as exigências de proteína para manutenção, nestes estudos, foi padronizada a técnica do balanço de nitrogênio.

No entanto, todas as metodologias para determinação das exigências de manutenção podem ser criticadas, visto que, a manutenção é um fenômeno biológico e difícil de medir com exatidão, ou de ser matematicamente explicado (Bonato et al., 2013). Estes autores relataram que as exigências de manutenção aumentam proporcionalmente com a idade das aves, sendo difícil estima-las para aves em crescimento, já que a composição e peso corporal delas mudam diariamente.

A eficiência de utilização ( $k$ ) do nitrogênio da dieta determinada no abate comparativo (37%) foi próxima do valor de 32% encontrado por Jordão Filho et al. (2012) para codornas de corte, de 16 a 36 dias de idade, criadas no piso e utilizando a mesma técnica. No entanto, o resultado de  $k$  foi inferior aos observados com outras aves. Albino et al. (1994), trabalhando com frangas leves de 42 a 63 dias, encontraram o valor de 55,61% pela técnica do abate comparativo e Longo et al. (2001) obtiveram o resultado de 72% para frangos de corte.

A menor eficiência de utilização do nitrogênio da dieta, quando comparadas a outras espécies de aves, está associada e pode justificar o fato destas aves serem mais exigentes em proteína bruta na ração em relação às demais espécies, sendo menos

eficientes em utilizar o nitrogênio da dieta, conseqüentemente, necessitam de mais proteína para desempenhar suas atividades de manutenção e crescimento.

A inclinação da reta representa que para cada unidade de nitrogênio ingerido uma proporção de 0,3682 de nitrogênio é retida no corpo da ave, ocorrendo uma eficiência de retenção de 37%. Este valor ( $k$ ) é baixo quando comparado ao  $k$  determinado no experimento de balanço de nitrogênio (58,52%), contudo, é o valor considerado para determinar as exigências de ganho (Experimento 3), por ser o que melhor representa a retenção de nitrogênio corporal das aves (Sakomura et al., 2002) e tem sido considerado em diversos trabalhos de determinação de exigências proteicas pelo método fatorial (Albino et al., 1994; Filardi et al., 2000; Longo et al., 2001; Sakomura et al., 2002; Silva et al., 2004b; Jordão Filho et al., 2012).

#### *4.3 Experimento 3*

Os aumentos de peso, dos teores de proteína bruta e nitrogênio corporal podem estar associados à alta síntese proteica característica de linhagens de corte, sobretudo na fase inicial de criação.

Até os 21 dias de idade, as codornas de corte apresentam um rápido crescimento, ocorrendo maior deposição de proteína e água na carcaça. Após esta idade há uma redução na taxa de crescimento e maior deposição de gordura (Du Preez & Sales, 1997), justificando a baixa variação nos teores de proteína bruta, a partir dos 21 dias, e o alto teor de EE aos 35 dias de idade.

Em frangos de corte, a correlação negativa entre os teores de gordura e proteína na carcaça, com o avanço da idade das aves, é uma concepção que está claramente estabelecida (Jackson et al., 1982; Bartov & Plavnik, 1998; Silva et al., 2003). Os resultados obtidos sugerem que esta concepção também se aplica às codornas de corte.

As exigências de Nlíq para ganho de peso aumentaram semanalmente, com exceção da última semana (29 a 35 dias). É importante salientar que as exigências nutricionais e o crescimento animal estão estreitamente relacionados (Leeson & Summers, 2005), justificando a redução nos requerimentos de Nlíq na quinta semana, período em que ocorre uma redução na taxa de síntese proteica e um aumento na deposição de gordura.

Longo et al. (2001), trabalhando com frangos de corte sexados, também verificaram aumento semanal nas exigências de Nlíq, com exceção aos 42 dias de idade, que houve uma redução na exigência em relação aos 35 dias, tanto para machos quanto para fêmeas. Apesar das diferenças fisiológicas entre as espécies estudadas, os resultados

semanais de Nlíq obtidos pelos autores supracitados foram semelhantes aos encontrados neste trabalho. Em estudos com matrizes pesadas em crescimento, Filardi et al. (2000) também obtiveram aumento nas exigências de Nlíq fracionadas de 3 a 8, 9 a 14 e 15 a 20 semanas de idade, com os respectivos valores de 31, 35 e 40 mg/g.

Por meio da divisão do Nlíq para ganho de peso determinado semanalmente, pela eficiência de utilização do N da dieta ( $k=0,37$ ), obtido no experimento 2, foram encontrados valores crescentes de exigência semanal de proteína bruta para ganho de peso (PBg), devido aos acréscimos na deposição de nitrogênio corporal com o avanço da idade das aves, exceto para o período de 29 a 35 dias.

Ao comparar o comportamento dos resultados de PBg obtidos com aqueles encontrados por Longo et al. (2001), percebe-se que também houve um aumento nas exigências com a idade das aves, entretanto, ao contrário do observado para o Nlíq, os valores de PBg diferiram. Os valores obtidos pelos autores citados para as idades de 7 a 21, 22 a 42 e 43 a 56 dias foram: 255,8; 276,7 e 283,3 mg/g para machos, e 258,1; 273,7 e 299,5 mg/g para as fêmeas de frangos de corte, sendo inferiores aos determinados neste experimento. O mesmo comportamento foi observado na comparação entre resultados com Filardi et al. (2000). Os valores de Nlíq foram próximos dos encontrados neste estudo, porém os resultados de PBg diferiram.

Estas diferenças se deram possivelmente pelas diferentes eficiências de utilização do nitrogênio da dieta, sendo assim os resultados deste trabalho, obtidos utilizando a eficiência de 0,37, superiores aos resultados com frangos de corte com uma eficiência de 0,72 (Longo et al., 2001) e matrizes pesadas em crescimento com eficiência de 0,54 (Filardi et al., 2000). Demonstrando que os valores de eficiência encontrados na literatura são variáveis, Scott et al. (1982) consideraram um valor de eficiência de utilização do nitrogênio de 61% para aves em geral, no entanto, Macleod (1990) obteve uma eficiência de 46% para frangos de corte.

A baixa eficiência de utilização do nitrogênio da dieta, observada em codornas, pode ser explicada pelo fato destas aves apresentarem maior velocidade de passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal, o que pode proporcionar diferenças entre as espécies sobre a digestibilidade e aproveitamento dos alimentos (Silva et al., 2003). De acordo com Murakami & Furlan (2002) o aproveitamento de determinado alimento é influenciado pela taxa de passagem, justificando, em partes, a maior exigência de PB nas rações para codornas de corte.

As exigências de PBg determinadas para a 1ª e 2ª fases de crescimento (0 a 14 e 15 a 35 d) de 506,76 e 557,43 mg de PB/g de peso, respectivamente, diferiram dos resultados de Silva et al. (2004ab), de 461 e 843 mg de PB/g para codornas japonesas de 1 a 12 e 15 a 32 dias de idade, respectivamente, assim como do resultado obtido por Jordão Filho et al. (2012), de 650 mg de PB/g de ganho, para codornas de corte de 16 a 36 dias de idade. Estes resultados podem ser atribuídos às diferenças fisiológicas entre linhagens de codornas de corte e postura e também às diferentes eficiências de utilização da proteína empregadas em cada um dos estudos citados.

Além disso, o fato das linhagens de codornas no Brasil não terem uma padronização, resultando em diferentes taxas de crescimento e composição química corporal das carcaças (Zancanela, 2012), pode explicar a diferença de valores de PBg observados. O genótipo, sexo e a idade das aves influenciam as exigências de proteína para manutenção e crescimento, sendo as exigências para o crescimento diretamente relacionadas com os teores do nutriente no corpo e as taxas de deposição (Scott et al. 1982), que podem variar consideravelmente entre as linhagens de codornas.

## 5. Conclusão

As exigências de proteína bruta para manutenção, obtidas pelas técnicas do balanço de nitrogênio e abate comparativo, são de 2,94 e 7,88 g de PB/kg<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente, e as exigências para ganho de peso são de 439,19 (0 a 7 dias); 540,54 (8 a 14 dias); 506,76 (0 a 14 dias); 557,43 (15 a 21 dias); 675,68 (22 a 28 dias); 456,08 (29 a 35 dias) e 557,43 (15 a 35 dias) mg/g de ganho de peso.

## 6. Referências

- Albino, L.F.T., Fialho, F.B., Bellaver, C., Hara, C., Paiva, G.J., 1994. Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura em recría. *Pesq. Agropec. Bras.* 29, 1625-1629.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Washington, DC, US.
- Armsby, H.P., Moulton, C.R. *The animal as a convertor of matter and energy*. New York: Chemical Catalog Co. Inc.
- Bartov, I., Plavnik, I., 1998. Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks. *Poult. Sci.* 77, 680-688.

- Basaglia, R., Sakomura, N.K., Resende, K.T., Silva, R., Junqueira, O.M., 1998. Exigências de proteína para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade. R. Bras. Zootec. 27, 556-563.
- Bonato, M.A., Sakomura, N.K., Dorigam, J.C.P., Gous, R.M., 2013. Maintenance requirements for amino acids in poultry. In: International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Burnham, D., Gous, R.M., 1992. Isoleucine requirements of the chicken: requirement for maintenance. Br. Poult. Sci. 33, 59-69.
- Costa, F.G.P., Oliveira, A.S., Lobato, G.B.V., Melo, T.S., Lima, M.R., Vieira, D.V.G., 2013. Exigências nutricionais para codornas europeias. In: V Simpósio Internacional e IV Congresso Brasileiro de Coturnicultura. Lavras, MG, Brasil, pp. 85-100.
- Du Preez, J.J., Sales, J., 1997. Growth rate of different sexes of the European quail (*Coturnix coturnix*). Br. Poult. Sci. 38, 314-315.
- Filardi, R.S., Sakomura, N.K., Basaglia, R., Resende, K.T., Sanches, A., 2000. Equação de predição das exigências de proteína bruta para matrizes pesadas em crescimento. R. Bras. Zootec. 29, 2308-2315.
- Hurwitz, S., Frisch, Y., Bar, A., Eisner, U., Bengal, I., Pines, M., 1983. The amino acid requirements of growing turkeys. 1. Model construction and parameter estimation. Poult. Sci. 62, 2208-2217.
- Jackson, S., Summers, J.D., Leeson, S., 1982. Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. Poult. Sci. 61, 2224-2231.
- Jordão Filho, J., 2008. Estimativas das exigências de proteína e de energia para manutenção, ganho e produção de ovos em codornas. PhD Diss. Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brasil.
- Jordão Filho, J., Silva, J.H.V., Costa, F.G.P., Albino, L.F.T., Melo, T.S., Lacerda, P.B., Dantas, G.M., Soares, R.P., 2012. Requirement for maintenance and gain of crude protein for two genotypes of growing quails. R. Bras. Zootec. 41, 2048-2054.
- Jordão Filho, J., Silva, J.H.V., Silva, E.L., Ribeiro, M.L.G., Costa, F.G.P., Rodrigues, P.B., 2006. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. R. Bras. Zootec. 35, 1728-1734.
- Leeson, S.; Summers, J.D., 2005. Commercial poultry nutrition, 3rd ed. Guelph.

- Lobley, G.E., 2003. Protein turnover—what does it mean for animal production? *Can. J. Anim. Sci.*, 83, 327–340.
- Longo, F.A., Sakomura, N.K., Figueiredo, A.N., Rabello, C.B., Ferraudo, A.S., 2001. Equações de predições das exigências protéicas para frangos de corte. *R. Bras. Zootec.* 30, 1521-1530.
- Macleod, M.G., 1990. Energy and nitrogen intake, expenditure and retention at 20°C in growing fowl given diets with range of energy and protein contents. *Br. J. Nutr.* 64, 625-637.
- Moughan, P.J., Fuller, M.F., 2013. Modelling Amino Acid Metabolism and the Estimation of Amino Acid Requirements, in: D’Mello, J.P.F. (Ed). *Amino Acids in Animal Nutrition*. 2nd ed. CABI International, Wallingford, UK, pp. 187-202.
- Murakami, A.E., Furlan, A.C. Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil, in: *Simpósio Internacional de Coturnicultura*, Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil, pp.113-120.
- National Research Council - NRC, 1994. *Nutrient Requirement of Poultry*. 9th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, US.
- Nonis, M.K., Gous, R.M., 2008. Threonine and lysine requirements for maintenance in chickens. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 38, 75-82.
- R Development Core Team., 2011. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rabello, C.B.V., Sakomura, N.K., Longo, F.A., Resende, K.T., Couto, H.P., 2002. Equação de predição da exigência de proteína bruta para aves reprodutoras pesadas na fase de produção. *R. Bras. Zootec.* 31, 1204-1213.
- Reyes, M.E., Salas, C., Coon, C.N., 2011. Energy requirement for maintenance and egg production for broiler breeder hens. *Int. J. Poult. Sci.* 10, 913-920.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.L., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T., Euclides, R.F., 2011. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
- Sakomura, N.K., Basaglia, R., Resende, K.T., 2002. Modelo para determinar as exigências de proteína para poedeiras. *R. Bras. Zootec.* 31, 2247-2254.
- Sakomura, N.K., Longo, F.A., Oviedo-Rondon, E.O., Boa-Viagem, C., Ferraudo, A., 2005. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. *Poult. Sci.* 84, 1363 -1369.

- Sakomura, N.K., Rostagno, H.S., 2007. Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos. FACV/UNESP, Jaboticabal, Brasil.
- Sangilimadan, K., Asha Rajini, R., Prabakaran R., Balakrishnan, V., Murugan, M., 2012. Effect of dietary protein on layer japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in tropics. Tamilnadu J. Vet. & Anim. Sci. 8, n.5, 271-278.
- Scherer, C., 2009. Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento. PhD Diss. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Scott, M.L., Nesheim, M.C., Young, R.J., 1982. Nutrition of the Chicken. 3rd ed. M.L. Scott & Associates, Ithaca, NY.
- Silva, J.H.V., Albino, L.F.T., Nascimento, A.H., 2003. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. R. Bras. Zootec. 32, 344-352.
- Silva, J.H.V., Jordão Filho, J., Costa, F.G., Lacerda, P.B., Vargas, D.G.V., Lima, M.R., 2012. Exigências nutricionais de codornas. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 13, 775-790.
- Silva, J.H.V., Silva, M.B., Jordão Filho, J., Silva, E.L., Andrade, J.S., Melo, D.A., Ribeiro, M.L.G., Rocha, M.R.F., Costa, F.G.P., Dutra Júnior, W.M., 2004a. 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. R. Bras. Zootec. 33, 1209-1219.
- Silva, J.H.V., Silva, M.B., Jordão Filho, J., Silva, E.L., Andrade, J.S., Melo, D.A., Ribeiro, M.L.G., Rocha, M.R.F., Costa, F.G.P., Dutra Júnior, W.M., 2004b. Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 15 a 32 dias. R. Bras. Zootec. 33, 1220-1230.
- Silva, R.M., Furlan, A.C., Ton, A.P.S., Martins, E.N., Scherer, C., Murakami, A.E., 2009. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. R. Bras. Zootec. 38, 1509-1517.
- Zancanela, V., 2012. Modelos para prever exigências energéticas para codornas de corte. MSc. Diss. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.

#### **IV – Avaliação de modelos de predição das exigências proteicas para codornas de corte**

**Resumo** – Foi conduzido um experimento com o objetivo de avaliar modelos de predição de exigências de proteína bruta para codornas de corte de 0 a 35 dias de idade. Foram utilizadas 250 codornas de corte, não sexadas, no dia zero, alojadas em cinco boxes, perfazendo 50 aves por unidade experimental. As rações basais foram formuladas a fim de atender às exigências nutricionais das codornas na 1ª (0 a 14 dias) e 2ª (15 a 35 dias) fase de crescimento. O ganho de peso (GP), peso vivo (PV) e consumo de ração (CR) foram calculados semanalmente. Os modelos de predição foram elaborados considerando os coeficientes de exigências proteicas para manutenção (PBm), obtidos pelas técnicas do balanço de nitrogênio (BN) e abate comparativo (AC), e das exigências proteicas para ganho de peso determinadas no Capítulo I. Os dados de GP diário e PV foram aplicados aos modelos para determinar os consumos de PB estimados, que foram comparados com os consumos de PB observados. A comparação dos resultados foi realizada através do cálculo das diferenças e da soma de quadrado das diferenças. Os modelos avaliados empregando a exigência de PBm determinada pela técnica do BN foram os que apresentaram o melhor ajuste em relação aos consumos de PB observados. Assim, considerando a exigência de PBm determinada pelo BN, os modelos de exigências proteicas elaborados para codornas de corte foram:  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,439.G$  (0 a 7 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,541.G$  (8 a 14 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,507.G$  (0 a 14 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,557.G$  (15 a 21 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,676.G$  (22 a 28 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,456.G$  (29 a 35 dias);  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,557.G$  (15 a 35 dias). Estes modelos apresentaram uma boa predição das exigências proteicas para codornas de corte, sendo assim possível serem utilizados por empresas, produtores e nutricionistas.

**Palavras-chave:** balanço de nitrogênio, exigência nutricional, modelo de predição, proteína bruta

#### IV – Evaluation of prediction models for protein requirements in meat quails

**Abstract** – An experiment was carried out in order to evaluate models to predict the crude protein requirements in meat quails from 0 to 35 days of age. 250 meat quails were used, not sexed, on day zero, housed in five boxes, totaling 50 birds each. The basal diets were formulated to meet the nutritional requirements of quail in the 1<sup>st</sup> (0 to 14 days) and 2<sup>nd</sup> (15 to 35 days) phase of growth. The weight gain (WG), body weight (BW) and feed intake (FI) were calculated weekly. The prediction models were elaborated considering the coefficients of protein requirements for maintenance (CP<sub>m</sub>), obtained by the techniques of nitrogen balance (NB) and comparative slaughter (CS), and the protein requirements for weight gain determined in Chapter I. The data of daily WG and BW were applied in the models to determine the estimated intakes of CP, which were compared with observed intakes of CP. The comparison of the results was performed by calculating the difference and the sum of squares of differences. The models evaluated using the requirement of CP<sub>m</sub> determined by NB technique showed the best adjustment to the observed intakes of CP. Thus, considering the CP<sub>m</sub> requirement determined by NB, the models of protein requirements elaborated for meat quails were:  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.439G$  (0 to 7 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.541G$  (8 to 14 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.507G$  (0 to 14 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.557G$  (15 to 21 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.676G$  (22 to 28 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.456G$  (29 to 35 days);  $CP = 2.94W^{0.75} + 0.557G$  (15 to 35 days). These models presented a good prediction of protein requirements for meat quails, and thus can be used by companies, producers and nutritionists.

**Keywords:** crude protein, nitrogen balance, nutritional requirement, prediction model

## 1. Introdução

O termo modelo pode ser usado para descrever qualquer representação de uma produção comercial, através de uma equação matemática. O modelo mais utilizado na avicultura é obtido por estudos em que a produção comercial é modelada por pequenas repetições de grupos de aves mantidas em boxes ou gaiolas que refletem as condições normais de criação (Fisher, 2013).

Nesse sentido, diversos modelos têm sido desenvolvidos para estimar as exigências nutricionais das aves. Por meio dos resultados destes estudos, é possível elaborar equações de predição que permitem maior flexibilidade e abordagem específica em relação às estimativas de exigências nutricionais (Moughan & Fuller, 2003).

O uso da modelagem apresenta muitas vantagens (Gous, 2013), visto que permite estimar as respostas de desempenho de forma rápida e simples (Silva et al., 2004). Dessa forma, vem sendo utilizada na assistência à nutricionistas, geneticistas e produtores para otimizar a produtividade (Gous, 1998). Além disso, os métodos empregados para a elaboração dos modelos são relativamente baratos e de fácil compreensão (Fisher, 2013).

No entanto, a utilização comercial dos modelos de predição depende de sua validação (Rivera-Torres, 2013) e, se necessário, realizar ajustes para que os mesmos reflitam a real necessidade das aves (Sakomura, 1996). De acordo com Sakomura & Rostagno (2007), uma das formas de avaliação se dá por comparação dos dados preditos pelo modelo com aqueles observados em ensaios. No caso de modelos de exigências proteicas, os consumos de proteína bruta são determinados por simulação, aplicando-se aos modelos os dados de peso corporal, ganho diário de peso ou de proteína e/ou temperatura ambiente.

Na avicultura, a maioria dos estudos relacionados à modelagem tem sido desenvolvidos com frangos de corte, matrizes pesadas e poedeiras, sendo que, para codornas, estes estudos são bastante escassos, porém necessários, visto que o desenvolvimento de modelos de predição e suas validações podem ser uma ferramenta no estabelecimento de estratégias nutricionais, a fim de maximizar o desempenho das codornas e reduzir custos de produção.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi elaborar e avaliar modelos de predição de exigências proteicas para codornas de corte de 0 a 35 dias de idade.

## 2. Material e Métodos

Para a avaliação dos modelos, foi conduzido um experimento em temperatura ambiente, sendo o protocolo experimental previamente aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação da Universidade Estadual de Maringá (protocolo número 039/2014).

### 2.1 Animais, tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura da Universidade Estadual de Maringá, em um galpão convencional, dividido em boxes de 2,5 m<sup>2</sup>, com cobertura de telha fibrocimento, piso de terra batido e paredes laterais de alvenaria com 0,50 metros de altura, completadas com tela de arame até o telhado. O material utilizado como cama foi palha de arroz de primeiro uso.

Foram utilizadas 250 codornas de corte, no dia zero, não sexadas, alojadas em cinco boxes, perfazendo 50 aves por unidade experimental. O experimento foi dividido em dois períodos, de acordo com a fase de crescimento das codornas: 0 a 14 e 15 a 35 dias de idade.

Até o 7º dia de idade, os boxes foram 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, que foram substituídos aos 7 dias por comedouros tubulares e bebedouros pendulares. Durante todo o período experimental, as aves receberam ração e água *ad libitum*.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas 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. (2011). Para atender às exigências nutricionais das codornas, foram adotadas as recomendações preconizadas por Scherer (2009), atendendo às exigências de energia metabolizável, por Silva et al. (2009) para atender às exigências de cálcio e fósforo disponível e por Furlan et al. (2011) e Ton et al. (dados não publicados) para atender às exigências de lisina digestível de 0 a 14 e 15 a 35 dias de idade, respectivamente.

Foi utilizado um programa de luz de 24 horas, e o aquecimento se deu por meio de campânulas elétricas com lâmpadas incandescentes até o 10º dia de idade, após este período o aquecimento foi alterado conforme as condições ambientais. A fim de evitar variações de temperatura, e incidência de vento, foram utilizados círculos de proteção nos boxes até os 14 dias de idade.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações basais para codornas de corte em crescimento.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Fases (dias)</b>	
	0 a 14	15 a 35
Farelo de soja 45%	53,000	41,490
Milho grão	37,950	50,960
Óleo de soja	5,540	3,820
Fosfato bicálcico	1,463	1,557
Sal comum	0,458	0,457
Calcário	0,407	0,300
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,400	0,400
L- Lisina HCl 78%	0,210	0,364
DL- Metionina 98%	0,453	0,482
L - Treonina 98%	0,109	0,160
Antioxidante <sup>2</sup>	0,010	0,010
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Exigências nutricionais</b>		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2,997	3,036
Proteína Bruta (%)	27,50	23,50
Cálcio (%)	0,65	0,61
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41
Lisina digestível (%)	1,60	1,45
Met+Cist digestível (%)	1,15	1,09
Treonina digestível (%)	1,04	0,94
Sódio (%)	0,20	0,20
Balanço Eletrolítico (mEq/kg)	272,48	227,94

<sup>1</sup>Suplementação mineral/vitamínica (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; <sup>2</sup>BHT (Butil Hidroxi Tolueno).

Durante todo o período experimental, foram registrados os dados de temperatura e umidade relativa do ar (Tabela 2) por intermédio de termo higrômetros de máxima e mínima.

Tabela 2. Médias semanais de temperatura e umidade relativa do ar máxima e mínima.

Idade (dias)	Temperatura (°C)		Umidade (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
0 a 7	32,6	22,9	71,8	36,8
8 a 14	34,9	22,4	79,7	30,8
15 a 21	33,5	19,7	71,4	28,6
22 a 28	33,3	21,4	70,0	29,7
29 a 35	33,9	19,3	77,1	24,5

## 2.2 Cálculos

As aves e as rações foram pesadas semanalmente para determinação do peso vivo, ganho de peso e consumo de ração.

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-se o peso do box dividido pelo número de aves existentes naquele momento e o consumo de ração (g), pela diferença entre a ração fornecida e as sobras nos baldes e comedouros.

A partir dos valores de exigências proteicas para manutenção (PBm) e ganho de peso (PBg), determinados no Capítulo I, foram elaborados os modelos de predição semanais e por fase de crescimento, das exigências proteicas para codornas de corte, de acordo com o modelo proposto por Sakomura & Rostagno (2007) para aves em crescimento:  $PB = PBm \cdot P^{0,75} + PBg \cdot G$ , em que:

PB= consumo de PB (g/ave/dia);

PBm= coeficiente de PB para manutenção (g de proteína/  $P^{0,75}$ /dia);

$P^{0,75}$ = peso metabólico (kg);

PBg= coeficiente de PB para ganho de peso (g de proteína/g de peso corporal);

G= ganho de peso diário (g).

Foram elaborados dois modelos de predição semanais e para cada fase de crescimento das codornas, o modelo 1, empregando a exigência de PBm determinada pela técnica do balanço de nitrogênio e, o modelo 2, empregando a exigência de PBm determinada pela técnica do abate comparativo.

Os dados de ganho de peso diário e peso vivo semanais foram aplicados aos modelos para determinar as exigências de proteína bruta estimadas. Os consumos de PB preditos pelas equações foram comparados com os consumos de PB observados neste experimento. Para comparar os valores preditos pelos modelos com os consumos observados no experimento, foram calculadas as diferenças entre eles (consumo predito-consumo observado) e a soma de quadrado das diferenças.

## 3. Resultados

Os dois modelos elaborados para o mesmo período de crescimento, pelas técnicas do balanço de nitrogênio e abate comparativo, diferiram apenas em relação aos coeficientes ajustados para estimar a PBm (Tabela 3). O coeficiente de PBg foi o mesmo para os dois modelos, visto que a exigência proteica para ganho de peso foi

determinada por intermédio de uma técnica somente, porém, este valor foi alterado de acordo com o período de crescimento.

Tabela 3. Modelos de predição das exigências proteicas para codornas de corte em crescimento.

Idade (dias)	Modelos (g/ave/dia)
0 a 7	<sup>1</sup> PB= 2,94.P <sup>0,75</sup> + 0,439.G <sup>2</sup> PB= 7,88.P <sup>0,75</sup> + 0,439.G
8 a 14	<sup>1</sup> PB= 2,94.P <sup>0,75</sup> + 0,541.G <sup>2</sup> PB= 7,88.P <sup>0,75</sup> + 0,541.G
0 a 14	<sup>1</sup> PB= 2,94.P <sup>0,75</sup> + 0,507.G <sup>2</sup> PB= 7,88.P <sup>0,75</sup> + 0,507.G
15 a 21	<sup>1</sup> PB= 2,94.P <sup>0,75</sup> + 0,557.G <sup>2</sup> PB= 7,88.P <sup>0,75</sup> + 0,557.G
22 a 28	<sup>1</sup> PB= 2,94.P <sup>0,75</sup> + 0,676.G <sup>2</sup> PB= 7,88.P <sup>0,75</sup> + 0,676.G
29 a 35	<sup>1</sup> PB= 2,94.P <sup>0,75</sup> + 0,456.G <sup>2</sup> PB= 7,88.P <sup>0,75</sup> + 0,456.G
15 a 35	<sup>1</sup> PB= 2,94.P <sup>0,75</sup> + 0,557.G <sup>2</sup> PB= 7,88.P <sup>0,75</sup> + 0,557.G

<sup>1</sup>Modelo elaborado empregando a exigência de PBm determinada na técnica do balanço de nitrogênio.

<sup>2</sup>Modelo elaborado empregando a exigência de PBm determinada na técnica do abate comparativo.

O peso vivo e ganho de peso, semanal e por fase de crescimento, utilizados para estimar os valores preditos dos modelos, e o consumo de ração são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Desempenho de codornas de corte em crescimento.

Idade (dias)	PV (g)	GP (g)	CR (g)
0 a 7	37,12 ± 0,25 <sup>1</sup>	28,12 ± 0,26	46,75 ± 0,22
8 a 14	80,41 ± 1,19	43,29 ± 1,02	84,47 ± 1,88
0 a 14	80,41 ± 1,19	71,41 ± 1,19	131,22 ± 1,92
15 a 21	135,29 ± 1,90	54,88 ± 0,80	126,46 ± 1,02
22 a 28	176,75 ± 0,45	41,46 ± 1,50	141,69 ± 2,02
29 a 35	219,90 ± 1,30	43,15 ± 1,14	181,42 ± 2,87
15 a 35	219,90 ± 1,30	139,49 ± 1,39	449,57 ± 5,22

<sup>1</sup>Erro padrão da média. PV= peso vivo, GP= ganho de peso, CR= consumo de ração.

Os modelos avaliados empregando a exigência de PBm determinada pela técnica do balanço de nitrogênio (modelo 1) parecem estimar consumos de PB próximos aos consumos observados (Tabela 5), a maior diferença entre os valores foi obtida para o período de 29 a 35 dias.

Entretanto, os modelos avaliados empregando a exigência de PBm determinada pelo abate comparativo (modelo 2) parecem superestimar o consumo de PB, em relação ao consumo observado neste experimento.

O menor valor de soma de quadrado das diferenças (SQD) obtido para o modelo 1 demonstra que este modelo se ajustou melhor aos consumos de PB observados em relação ao modelo 2, que apresentou um valor maior de SQD.

Tabela 5. Avaliação dos modelos de predição das exigências proteicas para codornas de corte em crescimento.

Idade (dias)	Observado (g/ave/dia)	Estimado <sup>1</sup> (g/ave/dia)	Diferenças	Estimado <sup>2</sup> (g/ave/dia)	Diferenças
0 a 7	1,83	2,01	0,18	2,43	0,60
8 a 14	3,31	3,78	0,47	4,53	1,22
0 a 14	2,58	3,03	0,45	3,77	1,19
15 a 21	4,25	5,03	0,78	6,12	1,87
22 a 28	4,76	4,80	0,04	6,15	1,39
29 a 35	6,09	3,75	-2,34	5,34	-0,75
15 a 35	5,28	4,82	-0,46	6,41	1,13
SQD			6,30	10,53	

<sup>1</sup>Consumos de proteína bruta estimados pelo modelo 1. <sup>2</sup>Consumos de proteína bruta estimados pelo modelo 2.

#### 4. Discussão

Os resultados de consumo de PB estimados pelo modelo 1 e observados sugerem que os coeficientes dos modelos ou fatores que expressam as exigências, neste caso a proteína bruta de manutenção (PBm), determinada pelo balanço de nitrogênio, e ganho de peso (PBg) determinados no Capítulo I, refletem as condições reais de produção e crescimento das aves, visto que os modelos forneceram valores de consumo de PB próximos aos observados neste experimento.

Além disso, estes resultados também indicam que o valor empregado de eficiência de utilização da proteína da dieta ( $k$ ) está condizente com a real eficiência das codornas, uma vez que este fator pode causar variações significativas nos valores de exigências de PBg, que é obtida pela divisão da exigência de nitrogênio para ganho de peso pelo  $k$ . De acordo com Emmans (1995), o estabelecimento da eficiência de utilização do nitrogênio da dieta é um ponto conflitante na determinação de exigências proteicas. Na literatura, são encontrados valores discrepantes de  $k$  para mesmas espécies de aves, estes valores podem resultar na determinação de modelos de exigências proteicas que não refletem as reais exigências das aves e, assim, inviabilizar o uso dos modelos.

No período de 29 a 35 dias de idade, as codornas de corte reduzem a taxa de deposição proteica e portanto a taxa de crescimento, e passam, assim, a depositar maior quantidade de gordura e conseqüentemente ocorre uma redução das exigências de PB. Os modelos de predição são capazes de estimar as exigências, levando em consideração estas diferenças, sendo assim, foi estimado pelas equações um valor inferior de consumo de PB quando comparado ao consumo observado, que não considera de forma tão específica estes aspectos fisiológicos de crescimento das aves. Estes resultados sugerem que o consumo de PB observado neste período possa ter gerado um desperdício deste nutriente.

O consumo de PB acima das exigências resulta em catabolismo de aminoácidos (Nelson & Cox, 2011), via reação de desaminação (Guyton & Hall, 1997), em que o nitrogênio resultante pode ficar disponível simplesmente para ser excretado (Nones, 2002), gerando um gasto extra de energia, além de uma menor eficiência de utilização da proteína e possíveis perdas econômicas.

Diferentemente dos resultados de consumo de PB, estimados pelo modelo 1 e observados neste experimento, Longo et al. (2001) avaliaram a aplicação de equações de predição, para frangos de corte sexados, utilizando a mesma metodologia empregada neste estudo, e verificaram que as equações elaboradas subestimaram o consumo de PB no período total estudado, em 242 e 225 g para machos e fêmeas, respectivamente, em relação ao consumo de PB observado. Os autores atribuíram este resultado ao fornecimento *ad libitum* de dietas com altos níveis de PB, geralmente recomendados para atender às exigências dos aminoácidos e não as exigências específicas de PB.

Os resultados obtidos para os consumos de PB estimados pelo modelo 2 e os consumos de PB observados confirmam a hipótese de que a técnica do abate comparativo superestima as exigências de PBm, não sendo portanto, o modelo 2 o que se ajustou melhor aos dados de consumo de PB observados. Este resultado pode ser verificado através dos valores de SQD obtida para o modelo 2, de 10,53 em relação a 6,30 observado para o modelo 1.

De acordo com Fisher (2013), a validação de modelos tem recebido pouca atenção e não tem sido considerada nos estudos de modelagem. Para codornas de corte, a validação de modelos é ainda mais escassa, visto que os estudos de modelagem para esta espécie são ainda incipientes.

## 5. Conclusão

Considerando a exigência de PBm determinada pela técnica do balanço de nitrogênio, os modelos de exigências proteicas elaborados para codornas de corte de 0 a 7, 8 a 14, 0 a 14, 15 a 21, 22 a 28, 29 a 35 e 15 a 35 dias de idade foram respectivamente:  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,439.G$ ;  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,541.G$ ;  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,507.G$ ;  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,557.G$ ;  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,676.G$ ;  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,456.G$ ;  $PB = 2,94.P^{0,75} + 0,557.G$ . Estes modelos apresentaram uma boa predição das exigências proteicas para codornas de corte, sendo assim possível serem utilizados por empresas, produtores de codornas e nutricionistas.

## 6. Referências

- Emmans, G.C., 1995. Problems in modelling the growth of poultry. *World Poultry Sci. J.* 51, 77-89.
- Fisher, C., 2013. An overview of poultry models. In: *International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production*. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Furlan, A. C., Ton, A.P.S., Marcato, S. M., Pozza, P. C., Zancanella, V., Grieser, D. O., Pasquetti, T.J., 2011. Reducción de niveles proteicos y lisina digestible para codornices de engorde, in: *34° Congresso Argentino de Producción Animal - 1st Joint Meeting AAPA-ASAS*, Mar del Plata.
- Gous, R.M., 1998. Making progress in the nutrition of broilers. *Poult Sci.* 77, 111-117.
- Gous, R.M., 2013. Modelling reproduction in broiler breeder and laying hens. In: *International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production*. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Guyton, A.C., Hall, J.E., 1997. *Tratado de fisiologia médica*. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Longo, F.A., Sakomura, N.K., Figueiredo, A.N., Rabello, C.B., Ferraudó, A.S., 2001. Equações de predições das exigências protéicas para frangos de corte. *R. Bras. Zootec.* 30, 1521-1530.
- Moughan, P.J., Fuller, M.F., 2013. Modelling Amino Acid Metabolism and the Estimation of Amino Acid Requirements, in: D'Mello, J.P.F. (Ed). *Amino Acids in Animal Nutrition*. 2nd ed. CABI International, Wallingford, UK, pp. 187-202.
- Nelson, D.L., Cox, M.M., 2011. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 5º ed. São Paulo: Sarvier.

- Nones, K., Lima, G.J.M.M., Bellaver, C., Rutz, F., 2002. Formulação das dietas, desempenho e qualidade da carcaça, produção e composição de dejetos de suínos. *Sci. Agric.* 59, 635-644.
- Rivera-Torres, V., 2013. Challenges around the application of poultry models: the case of turkeys, in: *International Symposium: Modelling in Pig and Poultry Production*. Jaboticabal, SP, Brasil.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.L., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T., Euclides, R.F., 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
- Sakomura, N.K., 1996. Exigências nutricionais das aves utilizando o modelo fatorial, in: *Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos*, Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil, pp. 319-344.
- Sakomura, N.K., Rostagno, H.S., 2007. *Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos*. FACV/UNESP, Jaboticabal, Brasil.
- Scherer, C., 2009. Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento. PhD Diss. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil.
- Silva, J.H.V., Silva, M.B., Jordão Filho, J., Silva, E.L., Andrade, J.S., Melo, D.A., Ribeiro, M.L.G., Rocha, M.R.F., Costa, F.G.P., Dutra Júnior, W.M., 2004a. 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. *R. Bras. Zootec.* 33, 1209-1219.
- Silva, R.M., Furlan, A.C., Ton, A.P.S., Martins, E.N., Scherer, C., Murakami, A.E., 2009. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. *R. Bras. Zootec.* 38, 1509-1517.

## V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As exigências proteicas obtidas para manutenção e ganho de peso, em relação a outros trabalhos da literatura, permitiu uma ampla abordagem, visto que os resultados variam de acordo com a espécie, idade das aves e condições experimentais que os estudos foram realizados, além disso, a falta de padronização das metodologias empregadas nestes estudos e das linhagens, neste caso de codornas de corte, também contribui com as diferenças de resultados encontrados.

Os modelos propostos neste estudo permitem estimar e utilizar as exigências proteicas diárias para codornas de corte de acordo com a fase de crescimento das aves (1ª e 2ª fases) ou ainda semanalmente (0 a 7, 8 a 14, 15 a 21, 22 a 28 e 29 a 35), sendo uma das vantagens da utilização do método fatorial.

A validação dos modelos de predição foi importante, dado que, apesar de escassos os trabalhos relacionados à modelagem para codornas de corte, demonstrou que os modelos de exigências proteicas elaborados para esta espécie apresentaram uma boa predição. Contudo, é preciso cuidado em relação ao atendimento das exigências em aminoácidos das rações. Assim sendo, este é um trabalho de validação inicial de modelos para codornas de corte, que deve ter continuidade e que também pode ser realizado por meio de outras metodologias, a fim de elaborar e aplicar equações que contribuam efetivamente para o fortalecimento da cadeia de produção de codornas de corte, pelo fornecimento preciso da quantidade de nutriente requerida, máximo desempenho produtivo e redução de custos de produção.