

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL – PPGCA

RODERJAN ANDRINO DE SOUZA

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE PATOS DE PEQUIM ARRAÇOADOS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E PROTEÍNA BRUTA

LAGES, SC

2021

RODERJAN ANDRINO DE SOUZA

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE PATOS DE PEQUIM ARRAÇOADOS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E PROTEÍNA BRUTA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. DSc. Clóvis Eliseu Gewehr

LAGES, SC

2021

RODERJAN ANDRINO DE SOUZA

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DE PATOS DE PEQUIM ARRAÇOADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E PROTEÍNA BRUTA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, na área de concentração Produção animal, do Centro de Ciências Agroveterinárias da universidade do Estado de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Banca Examinadora

Orientador: _____

DSc. Clóvis Eliseu Gewehr

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Membro:



Documento assinado digitalmente
Aline Felix Schneider
Data: 15/04/2021 16:36:52-0300
CPF: 068.703.859-63
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

DSc. Aline Félix Schneider Bedin

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Membro:

DSc. Stelamaris Dezen

Instituto Federal Catarinense – IFC

Lages, 23 de Fevereiro de 2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai “*in memoriam*”

AGRADECIMENTOS

Com certeza absoluta este tópico foi o mais difícil de escrever, não pelo fato de não saber a quem agradecer, mas sim como agradecer ou ainda não cometer a indelicadeza de não esquecer alguém.

Não poderia ser diferente, mas início meus agradecimentos a Deus, por todas as possibilidades que eu tenho conseguido em minha vida e por ter me guiado nesta jornada e em meus pensamentos.

Ao meu pai Andrino Leopoldo de Souza “*in memoriam*”, ou o saudoso “Pêra”, o qual é o meu mentor em orações e por sempre ter exigido que seus filhos estudassem e desta maneira pudessem passar por esta vida com uma condição melhor intelectualmente e profissionalmente.

A minha mãe Irene Maria de Souza, que sempre foi uma guerreira e que na ausência do meu pai, não mediu esforços na criação de seus filhos e com muito amor, demonstrou como é feito a relação de mãe para filhos.

As minhas irmãs e ao meu irmão que tanto amo e que sempre estão do meu lado, e que também são minhas inspirações principalmente nos estudos.

A minha eterna “margarida” Juliana Raquel Valmorbida, a qual me deu os bens mais preciosos que julgo que uma pessoa pode ter, as nossas filhas, e a que sempre esteve do meu lado incentivando e colaborando na minha contínua formação, assim como, nas decisões e nas confidências do nosso dia a dia.

Minhas filhas amadas e lindas Isabela Valmorbida de Souza e Laura Valmorbida de Souza, que muitas vezes são minhas amigas, minhas companheiras, minhas razões de viver e que me ensinam tanto quanto eu tento as ensinar.

Aos meus padrinhos Alda M. S. Teles e José P. P. Teles. Como é difícil encontrar palavras para descrever o sentimento que tenho desses “anjos” aqui na terra, mas fica aqui registrado todo o meu amor e agradecimento a vocês.

A toda a minha família pelo suporte no dia a dia. Minha sogra, meu sogro, tios, sobrinhos e primos que fazem principalmente nos momentos de lazer, uma distração da nossa vida sempre agitada.

Ao professor e orientador Clóvis Gewehr que me possibilitou a realização de uma pós graduação e com maestria me orientou nesses últimos anos com sua opinião, discernimento e conhecimento.

A todos os professores. Aqui não cito nenhum deles, até porque acredito que esta jornada não começou recentemente, mas sim desde a minha formação no ensino fundamental, agregando valores e conhecimento com o passar dos anos, os quais me trouxeram até aqui.

Aos colegas que cursaram todas as matérias comigo, em especial a Francieli Sordi Lovatto, Janaína Medeiros, Marcos José Migliorini e Rayllana Larsen.

A UDESC e a todos os seus servidores, os quais me possibilitaram a realização de um sonho duplo, em me tornar um mestre e de poder estudar nesta instituição.

Aos amigos Airton Farinella Jr., David Toledo, Ivonei Farinella e Rogério Maggioni, os quais contribuíram e continuam a contribuir de forma exemplar, nas ideias de pesquisa que eu procuro fazer.

A empresa Villa Germania Alimentos que me proporciona e apoia a busca de conhecimento e de melhorias em nossa atividade e desta maneira contribuindo também com a ciência. A todos os meus colegas de empresa em especial a Cristian J. Ribas Francieli Bertoli, Olando Pedroso, Paula Pedroso, Marcondes A. Moser e Vandré Librelotto que com apoio contínuo, seguimos sempre evoluindo.

A todos que de alguma forma, fizeram e ou fazem parte deste projeto, meus sinceros agradecimentos.

“Se você quer resultados diferentes, não faça sempre o mesmo”

Albert Einstein

RESUMO

SOUZA, Roderjan Andriano de. Desempenho de Patos de Pequim arraçoados com diferentes níveis de energia e proteína. 2021.71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, Lages, 2021.

A energia, juntamente com a proteína, são dois dos principais fatores de custo da dieta das aves e estão envolvidos em inúmeros processos fisiológicos das aves. O presente estudo foi realizado para avaliar o impacto dos níveis de energia e proteína bruta na dieta sobre o desempenho do crescimento e nas características de carcaça de Patos de Pequim de 21 a 49 dias de idade. Em arranjo fatorial 3×2 , 1440 patos de pequim foram aleatoriamente distribuídos em seis dietas experimentais contendo 2950, 3050 e 3150 Kcal EM/ kg na dieta, com 18 e 19% de Proteína Bruta, respectivamente. Cada dieta foi replicada 8 vezes com 15 machos e 15 fêmeas por baia, e estas aves foram criadas até 49 dias de idade. Aos 28, 35, 42 e 49 dias de idade, peso vivo, consumo, conversão alimentar e ganho de peso foram avaliados, e 4 patos (2 machos e 2 fêmeas) foram selecionados aleatoriamente aos 42 e 49 dias de idade de cada baia para avaliação do rendimento carcaça, de gordura abdominal, carne do peito (incluindo o peitoral maior e o peitoral menor) e a carne da perna (incluindo a coxa e a sobre coxa). À medida que o nível de energia aumenta de 2950 para 3150, peso vivo e ganho de peso não são afetados ($P > 0.005$) mas a conversão alimentar e o consumo alimentar diminuem ($P < 0.05$). Por outro lado, o rendimento de carcaça, de gordura abdominal, carne de perna e carne de peito não foram influenciados pelos níveis de EM e PB nas dietas ($P > 0,05$) aos 42 e 49 dias, mas quando comparadas os rendimentos entre as idades de 42 e 49 dias, houve diferença significativa ($P < 0.05$) no rendimento de carcaça, gordura abdominal e carne de peito. Resultados obtidos neste estudo sugere que os níveis de energia metabolizável e proteína bruta de 21 a 35 dias sejam de 3050 kcal / kg e de 19% de PB e de 3150 kcal/kg e 18% de PB para patos arraçoados de 35 a 49 dias, e ainda, optando-se sem a troca de ração (21 a 49 dias) o mais indicado é uma EM de 3050 kcal/Kg com 18% de PB.

Palavras-chave: níveis de energia, patos de pequim, proteína bruta, rendimento.

ABSTRACT

SOUZA, Roderjan Andrino de. Pekin Ducks performance combined with different levels of energy and protein. 2021. 71 p. Dissertation (MSc in Animal Science - Area: Animal Production) - Santa Catarina State University. Postgraduate Program in Animal Science, Lages, 2021.

Energy, along with protein, are two of the main cost factors in the diet of birds and are involved in numerous physiological processes of birds. The present study was carried out to assess the impact of energy levels and crude protein in the diet on growth performance and carcass characteristics of Pekin Ducks from 21 to 49 days old. In a 3×2 factorial arrangement, 1440 Pekin ducks were randomly distributed in 6 experimental diets containing 2950, 3050 and 3150 kcal of AME/kg in the diet, with 18 and 19% Crude Protein, respectively. Each diet was replicated 8 times with 15 males and 15 females per pen, and these birds were raised up to 49 days of age. At 28, 35, 42 and 49 days of age, live weight, consumption, feed conversion and weight gain were evaluated, and 4 ducks (2 males and 2 females) were randomly selected at 42 and 49 days of age from each stall for evaluation of carcass yield, abdominal fat, breast meat (including the pectoralis major and the pectoralis minor) and the leg meat (including thigh and drumstick). As the energy level increases from 2950 to 3150, live weight and weight gain are not affected ($P > 0.005$) but food conversion and food consumption decrease ($P < 0.05$). On the other hand, the carcass, abdominal fat, leg meat and breast meat yield were not influenced by the levels of ME and CP in the diets ($P > 0.05$) at 42 and 49 days, but when comparing the yields between the ages of 42 and 49 days, there was a significant difference ($P < 0.05$) in the carcass, abdominal fat and breast meat yield. Results obtained in this study suggest that the levels of metabolizable energy and crude protein from 21 to 35 days are 3050 kcal ME/kg and 19% of CP and 3150 kcal ME/kg and 18% of CP for feeding ducks from 35 to 49 days, and still, choosing without the change of feed (21 to 49 days) the most indicated is an ME of 3050 kcal/kg with 18% of CP.

Keywords: crude protein, energy levels, pekin ducks, yield.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo da proteína/aminoácidos	24
Figura 2 – Adaptado do NRC (1994) Disposição da energia consumida por uma ave de postura	29
Figura 3 – Disposição das baias com bebedouros tipo nipple e comedouros tubulares.	34
Figura 4 - Pesagem da gordura retirada da ave.	38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Ingredientes alimentares e composição química das dietas experimentais_ 35
- Tabela 2 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre o consumo semanal de ração (kg) de Patos de pequim em diferentes dias de idade __ 39
- Tabela 3 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre o peso vivo (kg) de Patos de pequim em diferentes dias de idade _____ 43
- Tabela 4 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável (EM) e Proteína Bruta (PB) sobre o ganho de peso (kg) de Patos de pequim em diferentes dias de idade ____ 44
- Tabela 5 – Desdobramento da interação entre energia metabolizável e proteína bruta no ganho de peso entre 21 a 28 dias e 42 a 49 dias de idade _____ 45
- Tabela 6 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre a conversão alimentar (kg) de patos de pequim em diferentes idades. _____ 46
- Tabela 7 – Desdobramento da interação entre energia metabolizável e proteína bruta na conversão alimentar de patos de pequim entre 21 a 28 dias e de 21 a 42 dias de idade _____ 48
- Tabela 8 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre o rendimento de carcaça eviscerada, peito, coxa/sobrecoxa e gordura de patos abatidos aos 42 e 49 dias _____ 48
- Tabela 9 - Custo e índice Bioeconômico dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta de patos de pequim relacionado à performance de acordo com a idade _____ 53

Tabela 10 – Desdobramento da interação entre energia metabolizável e proteína bruta no custo de patos de pequim de acordo com a idade entre 21 a 28 dias e 42 a 49 dias de idade _____ 54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	17
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivo específico	17
1.3 JUSTIFICATIVA	18
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 PROTEÍNAS	19
2.1.1 Proteína Bruta	20
2.1.2 Digestão e Absorção de Proteínas	21
2.1.3 Síntese Proteica - Transcrição e Tradução	22
2.1.4 Metabolismo de Proteínas	23
2.1.5 Turnover de Proteínas	23
2.1.6 Vantagens na redução de Proteína Bruta na dieta	24
2.1.7 Relação da Proteína com a Energia Metabolizável	25
2.2 ENERGIA METABOLIZÁVEL.....	27
2.2.1 Carboidratos	29
2.2.1.1 Digestão de Carboidratos	30
2.2.2 Lipídios	30
2.5 CUSTO X DESEMPENHO	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	35
3.1.1 Consumo de ração	35
3.1.2 Peso médio vivo	36
3.1.3 Ganho de peso diário – GPD	36
3.1.4 Conversão alimentar	36
3.1.5 Mortalidade	36
3.2 RENDIMENTO DE CARÇAÇA E CORTES COMERCIAIS.....	36
3.3 CUSTO ECONÔMICO E ÍNDICE BIOECONÔMICO.....	38
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO	39

4.1.1 Consumo de ração	39
4.1.2 Peso Vivo	42
4.1.3 Ganho de peso	43
4.1.4 Conversão Alimentar	46
4.2 RENDIMENTO DE CARCAÇAS E CORTES COMERCIAIS	48
4.3 CUSTO E ÍNDICE BIOECONÔMICO	52
5 CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a produção de patos evoluiu de forma bastante significativa a nível mundial com um plantel atualmente aproximado de 6 bilhões de patos alojados em 2019 (FAO, 2021). Os fatores que mais contribuem para este cenário são os sistemas de produção, tecnicamente eficientes e cada vez mais competitivos, aliados a sistemas de integração organizados e com grande capacidade de explorar o potencial produtivo onde os resultados zootécnicos são melhorados ano a ano. As raças mais comuns usadas para produzir carne de pato são Pequim e Muscovy (principalmente na França).

Na China, segundo Garland e Lynn (2019), onde a carne de pato é muito popular, estima-se um consumo próximo a 31% de todo o volume de aves produzidos, enquanto que no restante do mundo, a carne de pato responde a somente 3% do total do consumo de carne de aves.

Os patos são animais de rápido crescimento e de eficiência em produção proteica. Quando adequadamente alimentado, um patinho de 50 g ao primeiro dia de vida, chega a pesar 260 g aos 7 dias e 790 g aos 14 dias de vida, atingindo aos 42 de idade uma conversão alimentar (CA) de 2,2 e peso de 3.100g (ADEOLA, 2003). Entre os anos de 1920 a 2001, o peso aos 49 dias aumentou de menos de 2 kg para mais de 4 quilos e a CA melhorou de 3 para 2.5 (CHERRY e MORRIS, 2008).

O crescimento rápido e a eficiência alimentar dos patos são consequências positivas de melhoramento genético, nutrição e de manejo, os quais consequentemente contribuem para o crescimento contínuo da indústria produtiva de patos trazendo melhorias impressionantes em ganho de peso diário (GPD) e CA. O pato tem um grande potencial para atender à crescente demanda por proteína de alta qualidade nas dietas humanas, porém, justamente em decorrência da demanda por consumo da carne de pato, mais pesquisas são necessárias para estabelecer suas necessidades dietéticas (ADEOLA, 2006).

Em função das pesquisas limitadas, as dietas de pato são geralmente formuladas usando valores de energia metabolizável (EM) recomendados para frangos de corte, tornando o uso destes dados questionáveis, sendo que alguns estudos já mostraram diferenças entre as duas espécies principalmente com o uso de diferentes matérias primas

(ELKIN, 1987). A performance de patos de pequim em termos de Ganho de Peso (GP) ultrapassa as dos frangos atuais por uma margem considerada, com peso típico aos 42 dias próximo de 3,3 a 3,55 kg (CHERRY VALLEY, 2017, GRIMAUD FRERES, 2019 e ORVIA 2019), enquanto que para frangos de corte é 2,952 kg (COBB -VANTRESS 2019), entretanto o frango é mais eficiente em termos de CA. Siregar et al. (1982) mostraram que, diferentemente dos frangos, a EM das dietas convencionais de pato diminuía à medida que as aves envelheciam e há diferenças na digestibilidade de aminoácidos (que compõe as proteínas) entre frangos e patos (RODEHUTSCORD, 2015).

O crescimento rápido do pato requer uma devida consideração no fornecimento de nutrientes para alcançar os requisitos para um desenvolvimento precoce do esqueleto. Duggan et al. (2015) demonstraram que o crescimento do osso da perna de um pato não selecionado e de genótipos modernos foi inicialmente mais rápido do que o mostrado por frangos de corte e aves de postura, onde o platô de crescimento ocorre em cerca de 5 semanas de idade enquanto o osso da perna de frangos continua a aumentar em comprimento. Foi postulado que isto é um reflexo de comportamento para ambos escaparem de predadores. O pato corre para a água enquanto o frango tem pequenos voos para ganhar acesso a vegetações. Similarmente, as asas de patos e o desenvolvimento de musculatura de peito é mais lenta que em frangos já que nenhum deles seria necessário para uso até perto da idade adulta quando a migração ocorre.

Trabalhos entre as linhagens comerciais de frangos de corte demonstraram que as diferenças no desempenho de crescimento e na utilização de nutrientes podem ser devidas às diferenças na eficiência de utilização da proteína e as diferenças genéticas influenciam a resposta dos pintos a níveis variados de proteína bruta na dieta (OJANO-DIRAIN e WALDROUP, 2002; STERLING et al., 2003; STERLING et al., 2006; BASTIANELLI et al., 2007; INDARSIH e PYM, 2009).

Destaca-se ainda, que na produção industrial é importante diminuir os custos de produção para se manter competitivo, diminuir os impactos ambientais provocados pelos desperdícios de nutrientes, aproveitar ao máximo o potencial dos ingredientes das rações (eficiência) possibilitando a continuidade de entrega de um produto de qualidade ao consumidor.

Sendo assim, o presente trabalho pretende analisar o efeito dos diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta (PB) sobre o desempenho (índices zootécnicos) em patos de pequim, e do rendimento da carcaça e de seus cortes.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Todo formulador de rações preza por atingir a máxima eficiência nutricional ao menor custo e ao maior rendimento adequando os ingredientes conforme as exigências nutricionais recomendadas muitas vezes por empresas de genéticas.

A EM é um aspecto qualitativo (pois pode prejudicar a peletização) a ser observado nas rações, enquanto a PB é o fator que mais encarece as rações. Entretanto, ambos são de extrema importância e que devem ser ajustados de acordo com a exigência do animal quando das formulações de rações. Neste aspecto, com o melhoramento genético que vem sendo realizado com os patos de pequim, torna-se imprescindível determinar os níveis destes dois quesitos nas rações, haja visto o impacto na produtividade e na rentabilidade econômica no sistema de produção.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho e o rendimento de cortes comerciais (peito, coxa e sobrecoxa) e gordura abdominal de patos de pequim arraçoados com diferentes níveis de EM (2950, 3050 e 3150 kcal/kg) e PB (18 e 19 %) de 21 a 49 dias.

1.2.2 Objetivo específico

a) Avaliar os índices zootécnicos (consumo de ração (CR), peso vivo (PV), GP, custo econômico, CA e índice bioeconômico) de patos de pequim recebendo rações com 2,950, 3,050 e 3,150 kcal de EM (kcal/kg) com 18 e 19 % de PB.

b) Avaliar o rendimento de cortes comerciais (peso do peito e da coxa com a sobrecoxa) e gordura abdominal das aves aos 42 e 49 dias de idade recebendo a partir de 21 dias de idade rações com 2,950, 3,050 e 3,150 kcal de EM (kcal/kg) e com 18 e 19 % de PB.

C) Avaliar se ocorre interação entre os fatores EM e PB.

1.3 JUSTIFICATIVA

Atualmente existem poucas empresas de material genético no mundo que trabalham com patos de pequim exclusivamente ou não, as quais fornecem um padrão para os níveis nutricionais exigidos pelos animais durante a fase de criação, porém, sabe-se que dependendo da disponibilidade dos ingredientes para a produção de ração, assim como, a variação dos preços dos grãos e conseqüentemente a escolha dos principais ingredientes a serem utilizados, podem alterar o desempenho das aves após esta decisão.

Desta maneira é de extrema importância e necessidade de determinar precisamente os níveis de energia metabolizável e de proteína bruta, com o intuito de melhorar os índices zootécnicos, diminuir custos e ainda obter um rendimento maior de seus cortes comerciais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PROTEÍNAS

As proteínas são compostos orgânicos complexos, que ocorrem em todas as células e em todas as partes das células e estão intimamente conectadas a todas as fases de atividade que constituem a vida da célula, representando 75% dos sólidos corporais dos animais domésticos (LEHNINGER, 2011). Em comum com carboidratos e gorduras, eles contêm carbono, hidrogênio e oxigênio, mas além disso, todos contêm nitrogênio e geralmente enxofre, ou seja, por si só são representadas pelos aminoácidos e pelo nitrogênio não proteico, como amônia e nitratos. Cada espécie possui suas próprias proteínas específicas e um único organismo possui muitas proteínas diferentes em suas células e tecidos (MCDONALD et al., 2002).

Ao lado da água e da energia, a proteína é um dos nutrientes mais crítico as atividades corporais (CHEEKE, 2005; LIU et al., 2015). Entre as suas principais funções estão a composição estrutural de tecidos e células, na corrente sanguínea mantem a homeostase, regulam a pressão osmótica e estão envolvidas na coagulação. Participam ainda na absorção e carregamento de outros nutrientes e metabólitos, são muitas vezes enzimas e hormônios, possuem ainda funções imunológicas (KHAJAVI et al., 2003) e estão associadas com os genes.

As proteínas são classificadas em 2 tipos, as globulares e as fibrosas. As globulares incluem albumina, globulina, histonas, entre outras. Proteínas fibrosas incluem colágeno, elastina e queratinas. Proteínas podem ainda serem conjugadas formando um terceiro grupo, onde estão inseridos as nucleoproteínas, mucoproteínas, glicoproteínas, protaminas, lipoproteínas, fosfoproteínas e outras (FANTINI, 1983).

O objetivo da proteína inicialmente não é participar como fonte de energia na dieta das aves. Suas principais funções através da disponibilização de seus aminoácidos, estão mais direcionados a constituição de tecidos corporais e metabolismo (VAN EMOUS et al., 2015). Por outro lado, contribui significativamente para a necessidade de energia da ave principalmente se os níveis de carboidratos e gorduras estiverem em níveis baixos em relação as exigências das aves para energia naquele período participando como suprimento de precursores gliconeogênicos, entretanto, o uso de proteína como energia é mais caro do que aquela fornecida por carboidratos e gorduras (BESKI et al., 2015), e além disto, provoca um alto custo fisiológico devido à tensão metabólica imposta às aves

para sintetizar ácido úrico para excretar nitrogênio (N), um processo que é energeticamente caro por si só (MUSHARAF e LATSHAW, 1999; LOPEZ e LEESON, 2008).

Uma prática comum na avicultura é a suplementação de aminoácidos (principalmente metionina, lisina e treonina) na dieta das aves com o intuito de substituir a quantidade de aminoácidos de proteínas brutas intactas, como o farelo de soja, com o objetivo de fornecer aminoácidos para o desenvolvimento e/ou manutenção dos tecidos corporais, minimizando o catabolismo dos aminoácidos e ainda diminuindo a excreção de nitrogênio (FISHER, 2000).

2.1.1 Proteína Bruta

Proteína Bruta (PB) é um termo utilizado que considera o total de proteínas em um alimento, mas o mesmo não fornece nenhuma informação sobre a qualidade e/ou a digestibilidade das proteínas constituintes de um alimento específico (NRC, 1994). Na formulação de rações, é um dos primeiros pontos a serem levados em conta para atender as exigências em proteína e em aminoácidos dos animais para suprir as necessidades nutricionais e apoiar o desempenho de crescimento ideal em linhagens de frangos modernos (ALETOR et al., 2000). Apesar de impreciso, foi convencionado que o teor de proteína bruta de um alimento qualquer equivale ao seu teor de nitrogênio multiplicado por 6,25, pois em média uma proteína contém 16% de nitrogênio (MARIOTTI et al., 2008).

A proteína bruta é utilizada na avicultura para muitos propósitos, sendo o mais significativo a deposição, e de acordo com o NRC (1994), frangos de corte não requerem um certo nível de proteína bruta, mas sim, um equilíbrio e quantidade específicos de aminoácidos essenciais (AAE) na dieta, além de amplo nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais (AANE). Essa teoria, juntamente com a inclusão de aminoácidos sintéticos e cristalinos economicamente disponíveis, permite durante uma formulação de ração a redução nos níveis de PB nas dietas para as aves (VIEIRA et al., 2016).

As vantagens na obtenção de um nível adequado de PB na dieta são muito importantes. Primeiramente, alcançando-se o equilíbrio nos níveis de proteína bruta nas dietas reduz-se os custos através da utilização de aminoácidos sintéticos (ALETOR et al., 2000). Reduzindo-se os níveis de PB, aprimora-se a eficiência do nitrogênio pelas aves,

o que resulta em uma diminuição na excreção de nitrogênio, bem como uma redução no nível de amônia na cama (KIDD et al., 1996). A eliminação de resíduos é uma grande questão ambiental enfrentada pela indústria de frangos de corte, tornando-se necessário a redução de nitrogênio e resíduos de fósforo pelas aves. Por último, mas não menos importante, baixos teores de proteína também nas dietas demonstraram uma melhora na tolerância ao estresse térmico (GONZALEZ-ESQUERRA e LEESON, 2006).

2.1.2 Digestão e Absorção de Proteínas

O proventrículo e a moela são os verdadeiros compartimentos estomacais das aves, onde o ácido clorídrico e o pepsinogênio são secretados pelo proventrículo (estômago glandular) e misturados aos conteúdos devido aos movimentos musculares da moela (BAUMEL et al., 1993). Em paralelo, a secreção de precursores de enzimas pancreáticas, como o pepsinogênio, participam do processo de degradação à medida que o alimento atravessa o proventrículo e a moela (SVIHUS, 2014). A presença de alimento estimula eventos químicos que enviam sinais e que secretam gastrina pelas células G da mucosa estomacal (WALSH, 1994 citado por LINDSTRÖM, 2001). A função da gastrina é estimular a secreção de HCl (ácido clorídrico), as quais irão agir sobre células principais (PENILDON, 2010). O ácido clorídrico age sobre o pepsinogênio causando-o uma conversão autolítica e transformando-o em pepsina, que é uma endopeptidase (cliva várias ligações peptídicas), possui afinidade por ligações peptídicas envolvendo o grupo carboxila dos aminoácidos aromáticos, e mais lentamente por ligações peptídicas que envolvem a leucina, valina e os resíduos ácidos (YU et al., 2020).

Quando o quimo parcialmente digerido chega no intestino delgado ocorre ação de enzimas secretadas pelos pâncreas, assim como, exopeptidases, carboxipeptidase A e B. A hidrólise é completada na luz intestinal por enzimas secretadas pelos enterócitos, assim como, na mucosa do intestino. A presença de peptidases nas células mucosas descamadas é responsável por grande parte da hidrólise destes peptídeos (RUTZ, 2002).

As membranas lumenal (em borda) e basolateral são atravessadas por aminoácidos e peptídios mediante mecanismos passivos (difusão simples ou facilitada) ou ativos pelos co-transportadores de Na^+ ou H^+ (KILBERG, 1982). O transporte para a corrente sanguínea de aminoácidos ocorre principalmente por transporte ativo Na^+ -dependente e os peptídeos preferencialmente pelo transporte H^+ -dependente (HIRST, 1993).

A captação de peptídeos é mais rápida no jejuno, enquanto a captação de aminoácidos é mais rápida no íleo (KAN, 1975). Ao entrar na corrente sanguínea, os aminoácidos seguem em direção ao fígado, onde são metabolizados (LEHNINGER, 2011) e de lá podem continuar o transporte para outros órgãos do corpo (TEN HAVE et al., 2007). Os aminoácidos de cadeia ramificada desviam o fígado e são transportados para as células musculares onde são metabolizadas.

2.1.3 Síntese Proteica - Transcrição e Tradução

O mecanismo de produção de proteínas é iniciado pelo ácido desoxirribonucléico (DNA) no núcleo das células, o qual carrega a informação genética para a síntese proteica. Durante um processo chamado transcrição, uma molécula de ácido ribonucleico mensageiro (RNAm) será sintetizada a partir da leitura da informação contida no gene da molécula de DNA (CRICK, 1958).

Na sequência, há a atuação do RNA transportador (RNAt), o qual leva os aminoácidos dispersos no citoplasma da célula até os ribossomos. Numa das regiões do RNAt está o anticódon, uma sequência de 3 bases complementares ao códon de RNAm. O terceiro RNA ribossômico (RNAr) surge como parte integrante da estrutura do ribossomo, o qual, é a responsável pela síntese de proteínas. Os aminoácidos são então trazidos para o ribossomo pelo RNAt, onde são utilizados para sintetizar um peptídeo com base em um modelo de RNAm. Portanto, o RNA mensageiro determina a ordem na qual os aminoácidos são ligados para formar uma proteína (PELIT et al., 2014).

A tradução é iniciada por um códon de três bases da metionina (adenina-uracila-guanina, AUG). Um segundo RNAt transporta um aminoácido específico de acordo com o códon seguinte estabelecendo uma ligação peptídica com o primeiro aminoácido (metionina) e assim por diante, formando um alongamento da cadeia polipeptídica (COOPER, 2000)

Em determinado ponto, o ribossomo encontra o códon de finalização (podem ser de 3 configuração diferentes), que codifica para o final do processo de tradução, terminando assim, o alongamento da cadeia polipeptídica. Quando o último RNAt abandona o ribossomo, as subunidades do ribossomo separam-se e a proteína é liberada (TUIE e STANSFIELD, 1994).

2.1.4 Metabolismo de Proteínas

Há pouca proteína armazenada no corpo, diferentemente dos carboidratos e dos lipídios, que podem ser armazenados como glicogênio hepático ou muscular e reservas de lipídios corporais, os aminoácidos em excesso não são armazenados e nem excretados como aminoácidos, sendo a maior parte convertida em glicose (gliconeogênese e glicogênese) ou gordura (lipogênese) para uso no fornecimento de energia ou armazenada para demanda futura de energia (CORRÊA et al, 2007).

O restante do composto contém principalmente carbono, oxigênio e hidrogênio e pode ser oxidado para fornecer energia, dióxido de carbono e água. Também pode ser convertido em glicose ou gordura e oxidado ou armazenado como descrito anteriormente (SILVA et al., 2014).

2.1.5 Turnover de Proteínas

Durante o crescimento, há um aumento da proteína corporal devido ao aumento do número de células no corpo em crescimento, motivo principal em uma produção animal. Desta forma, o crescimento do animal ocorrerá quando o anabolismo (síntese) é maior que o catabolismo (degradação) celular. Este processo pelo qual as proteínas do corpo são continuamente sintetizadas e degradadas é conhecido por Turnover de Proteínas. Este contínuo metabolismo das proteínas é conhecido a partir do trabalho de Schoeheimer et al. (1939), onde usando isótopos estáveis de aminoácidos, eles demonstraram que as proteínas estavam sendo continuamente quebradas e resintetizadas.

Algumas das proteínas das células teciduais e plasmáticas estão constantemente quebrando e liberando aminoácidos na corrente sanguínea. Esses aminoácidos, juntamente com os dos alimentos, são usados para construir outras proteínas para substituir as que foram decompostas, ou podem ser oxidadas para formar glicose ou gordura. Desta forma, há uma rotatividade regular de proteína corporal que permanece constante em quantidade no adulto normal.

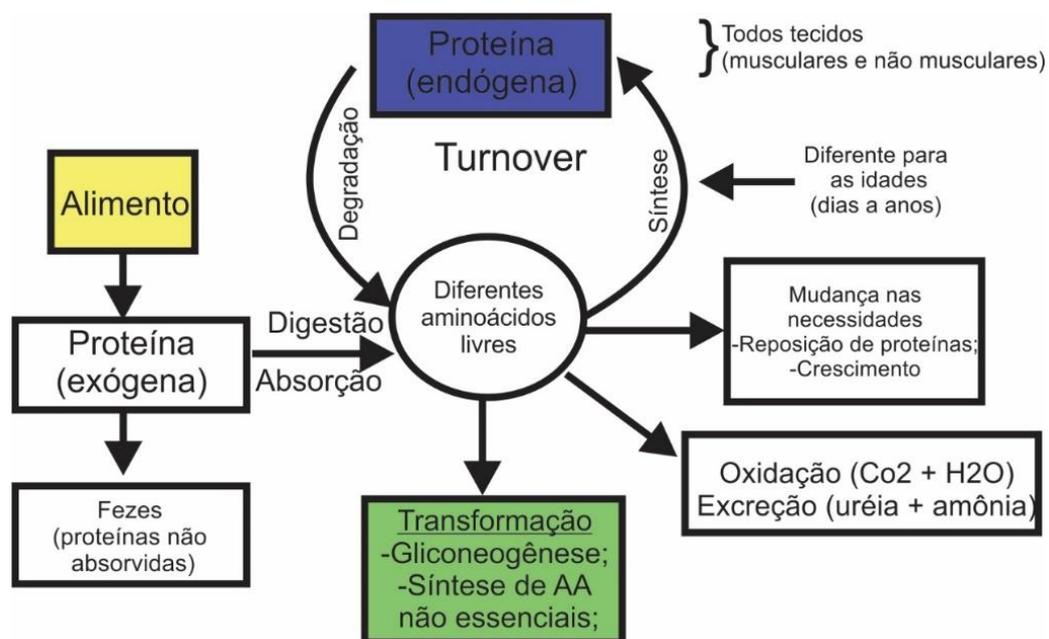


Figura 1 - Ciclo da proteína/aminoácidos

2.1.6 Vantagens na redução de Proteína Bruta na dieta

A produção de aves, seja ela de frango, perus ou patos, podem trazer problemas ambientais (PARSONS & BAKER, 1994; DI CAMPOS et al., 2004), associados com os resíduos gerados durante um lote comercial de aves, sendo que a amônia e os odores emitidos em aviários tem recebido especial atenção. A amônia (NH₃) é um gás que afeta a saúde dos animais, causando irritação nas mucosas dos olhos e no sistema respiratório e diminuindo a ingestão de alimentos e a taxa de crescimento (KRISTENSEN e WATHES, 2000; HOMIDAN et al., 2003), danifica a traqueia e o tecido atrial, resultando em menor resistência a várias doenças respiratórias e infecções secundárias, reduzindo assim a produtividade (BEKER et al., 2004; HALE et al., 2010).

Jones et al., (2005b) demonstraram que os frangos são sensíveis à amônia em concentrações acima de 10 ppm (partes por milhão) e para Kristensen et al., 2000, acima de 25 ppm é preciso evitar. Estes limites de exposição crônica são amplamente recomendados (MAFF, 1987) para a segurança humana em aviários e que este limite sendo ultrapassado pode afetar a saúde inclusive das pernas das aves (JONES et al., 2005a). Jones e Dawkin (2010) observaram que a dificuldade de andar de patos de pequim piorava conforme o nível de amônia aumentava em um estudo avaliando o bem estar destas aves, e ainda para estes autores, o teor de umidade, pH, umidade, temperatura,

velocidade do ar e a presença de nitrogênio na ração são os fatores que mais influenciam as emissões de amônia, e muitas vezes estes estão intercalados.

Este nitrogênio presente na ração que não é absorvido pelo corpo do animal é eliminado nas fezes e urina (MONTENY e ERISMAN, 1998; ROTZ, 2004), sendo uma fonte direta de emissões de amônia, porém, como os alimentos contêm diferentes teores de nitrogênio, como resultado, contribuem para diferentes níveis de emissões de amônia.

Esse excesso de nitrogênio oriundo da proteína bruta, precisa ser catabolizado, resultando em maior atividade do fígado e dos rins, pois o nitrogênio precisa ser eliminado e isso representa gasto energético, sobrecarregando a digestão, a absorção e a eliminação do nitrogênio não aproveitável (BERTECHINI, 2004) reduzindo a energia líquida que poderia ser utilizada para deposição de tecido muscular e, conseqüentemente, diminui a eficiência alimentar.

Segundo Rotz (2004) reduzindo-se o teor de PB nas dietas de frangos de corte em 1% se reduz em média a excreção de nitrogênio a partir de 10%, ou seja, o nível de PB correto em uma dieta auxilia no desempenho do animal, diminui problemas ambientais, melhora a saúde dos animais e ainda diminui o custo da dieta evitando-se desperdícios.

Han e Lee (2000) demonstraram que a redução de 2 a 3% de PB (mas suplementadas com AA sintéticos) em dietas para suínos e aves, reduz substancialmente a excreção de nutrientes, principalmente nitrogênio.

Para Baéza (2016) ao contrário de frangos, CA e ganho de peso não são afetados em patos pela diminuição da concentração de proteína bruta. Em adição, a redução de PB pode reduzir a excreção de nitrogênio nas excretas e na cama, o qual é uma fonte de poluição ambiental.

Além disso, alguns trabalhos com elevados níveis de amônia prejudicam o desempenho das aves, facilitam a susceptibilidade a doenças em função da imunossupressão provocada (BEKER et al., 2004; WANG et al., 2010).

2.1.7 Relação da Proteína com a Energia Metabolizável

A otimização do fornecimento de proteínas para patos requer uma compreensão completa dos requisitos de proteínas para estas aves, assim como, o entendimento de

como será realizado este suprimento de proteínas para melhor atender às várias condições ambientais, estado de saúde das aves e favorecer uma economia na ração.

De acordo com Garland e Lynn (2019) há diferenças em matérias-primas e digestibilidade de nutrientes entre patos e outras espécies, mas até haverem números amplos e robustos de dados específicos para patos, muitas vezes se faz o uso de dados para frangos adaptando-se especificações de dietas e limite de uso de matérias-primas o mais adequado possível. Ainda para Garland e Lynn (2019), patos de pequim possuem específico requerimento nutricional para aminoácidos em diferentes fases de crescimento e a adoção de um programa de ração com 3 fases sob medida, pode prevenir arraçoamento acima ou abaixo de aminoácidos garantindo um bom crescimento, principalmente das penas.

Helmbrecht (2012) também observou que os requerimentos de aminoácidos de frangos não podem ser aplicados aos patos e que ainda existem diferenças nos requerimentos para as diferentes fontes genéticas de patos de pequim. Para Xie et al. (2017), as informações sobre os níveis ideais de proteínas para patos em crescimento ainda são muito limitadas.

Cherry e Morris (2008) reportaram um número de ensaios mostrando respostas a níveis de proteína em patos. Aumentando a proteína bruta na ração, de 15% a 27%, de 14 dias até o abate em 42-48 dias aumentou o peso vivo e reduziu a CA em diferentes genótipos e em ambos climas (quentes e temperados). Também é demonstrado que arraçoando 15,7% comparado com uma dieta de 21% de Proteína Bruta resultou em aves com 3 dias de atraso aos 14 dias e 2,5 dias de atraso aos 42 dias em termos de GPD das aves.

Segundo Sritiawthai et al. (2013) uma interação significativa entre proteína e energia indicou a importância de uma relação energia: proteína (EM:P) para alcançar o desempenho ideal e de rendimentos em patos.

Para Emmans (1987), é muito importante estar atento com relação energia:proteína, já que estas relações podem ser alteradas com a evolução genética nas linhagens de frango de corte, e desta maneira corrigir eventuais requerimentos nutricionais para obter-se os melhores índices zootécnicos.

De acordo com Leeson e Summers (2001), o custo da energia para deposição de proteínas é muito elevado em relação ao da gordura, e assim a composição da carcaça da ave em crescimento pode ser acentuadamente influenciada pela eficiência de utilização da energia. Uma grama da proteína ingerida representa cerca de 5,5 kcal de energia bruta,

que equivale apenas 48% do necessário, que seria de 11,5 kcal para deposição total no corpo. Com as gorduras, no entanto, grande parte desta energia é devido ao conteúdo de energia advinda da própria molécula de gordura. A gordura ingerida contém cerca de 9,1 kcal/g de energia e este valor representa 82% do custo total de energia de 11,2 kcal necessário para a deposição de uma grama de gordura no corpo. Tanto a proteína quanto a gordura exige quantidades muito semelhantes de energia líquida para a sua deposição no organismo (11,5; 11,2 kcal/g respectivamente). Assim, fica demonstrado que a eficiência energética de deposição da proteína e de gordura é, por conseguinte, cerca de 48% e 82%, respectivamente.

Em frangos de corte por exemplo, níveis de proteína e de energia das rações estão diretamente relacionados à deposição de tecido magro (JACKSON et al., 1982; EMMANS, 1995; BARTOV e PLAVNIK, 1998, SILVA et al., 2001; SILVA et al., 2003), em razão da quantidade de gordura depositada ser proporcional à quantidade de energia disponível para a síntese (LEESON, 1995)

Para Bai et al (2018) é de extremo interesse na formulação de dietas para patos, encontrar a densidade de energia ideal para melhorar a resposta e imunidade humoral, bem como o crescimento adequado.

2.2 ENERGIA METABOLIZÁVEL

A energia por si só se refere a função dos nutrientes, a qual é requerida para a manutenção das células, funções metabólicas, crescimento, atividades e produção. A sua deficiência no organismo provoca perda de gordura corporal, diminui as funções metabólicas, reduz o crescimento a produção e ainda a perda de peso corporal. O excesso de energia provoca deficiências nutricionais sobre dietas desbalanceadas e mais deposição de gordura (EMMERSON, 1997).

A energia contida nestes nutrientes é liberada no corpo durante o metabolismo (BARZEGAR et al., 2019). Carboidratos e gorduras são as principais fontes de energia (nas rações), enquanto aminoácidos (proteínas) são primariamente utilizados para síntese de proteínas corporais.

O pato parece responder de maneira semelhante à relação proteína:energia descrita para frangos e perus, de modo que dietas mais proteicas em relação à energia geralmente resultam em menos gordura da carcaça (CHERRY e MORRIS, 2008) já que a ingestão

alimentar será diretamente influenciada pelas necessidades corporais das aves (NAHASHON et al., 2005; WANG et al., 2010). Para Garland e Lynn (2019) os patos são hábeis em ajustar o consumo de acordo com a necessidade de energia e isto está muito ligado a temperatura do meio ambiente. A eficiência da CA será adversamente afetada pela temperatura ambiental fora da zona térmica neutra; em temperaturas baixas as aves comerão mais e usarão a energia para manter-se aquecidas, enquanto que quando elas estão quentes, elas diminuirão o consumo e precisarão usar a energia para aumentar a perda de calor. A zona térmica neutra para patos de pequim adultos está entre 8 e 23 °C, mas varia de acordo com o grau de cobertura de penas (CHERRY e MORRIS, 2008).

A energia presente nos alimentos classifica-se primariamente em quatro frações. A energia bruta (E) contida nos alimentos, é a energia liberada como calor quando uma substância é completamente oxidada em dióxido de carbono e água, também conhecida como calor da combustão (NRC, 1994), e sua utilização depende da habilidade do animal em digerir os alimentos por meio de processos químicos e físicos que ocorrem no trato gastrointestinal.

Energia digestível (ED) é a energia bruta da ração consumida menos a energia bruta das fezes e urina. As aves excretam fezes e urina juntas através de uma cloaca, e é difícil separar as fezes e medir a digestibilidade. Como consequência, os valores de ED geralmente não são empregados na formulação de alimentos para aves (NRC, 1994)

Energia metabolizável (EM) é a energia bruta do alimento consumido menos a energia bruta contida nas fezes, na urina e nos produtos gasosos da digestão. Para aves comerciais, os produtos gasosos são geralmente insignificantes; portanto, EM representa a energia bruta da ração menos a energia bruta dos excrementos (NRC, 1994).

A verdadeira energia metabolizável (EMv) para aves é a energia bruta do alimento consumido menos a energia bruta dos excrementos de origem do alimento (NRC, 1994).

Energia líquida (EL) é energia metabolizável menos a energia perdida no incremento calórico. EL pode incluir a energia usada apenas para manutenção (ELm) ou para manutenção e produção (ELm + p). Como a EL é usada em diferentes níveis de eficiência para manutenção ou as várias funções produtivas, não há valor absoluto do EL para cada alimento (NRC, 1981).

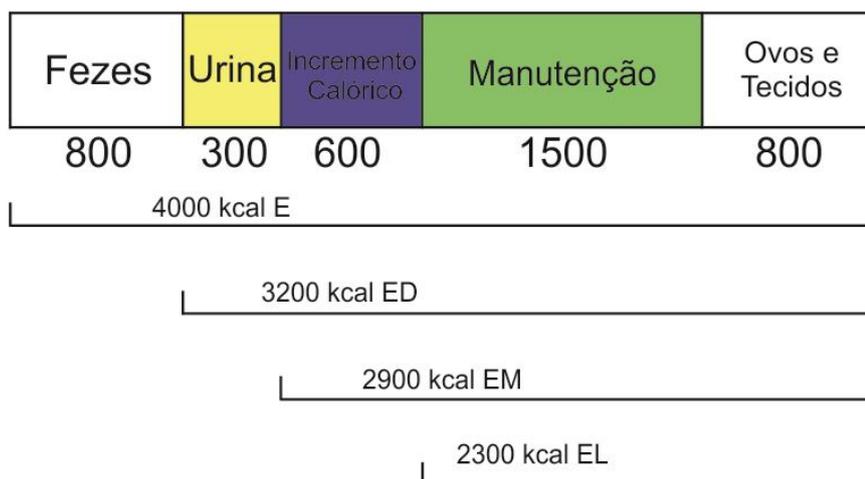


Figura 2 – Adaptado do NRC (1994) Disposição da energia consumida por uma ave de postura

Para patos de pequim, Adeola (2006) recomendou dietas contendo 2820 kcal/kg a 2870 kcal/kg para o período inicial (até duas semanas de idade) e 3045 kcal/kg a 3070 kcal/kg para o período de crescimento (de 2 a 6 semanas de idade). O NRC (1994) recomenda 2895 kcal/kg e 2995 kcal/kg para o período inicial e crescimento, respectivamente.

2.2.1 Carboidratos

Carboidratos são moléculas constituídas de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio (BLANCO e BLANCO, 2017) que incluem açúcares, amido, celulose e hemicelulose. Compõe 3/4 do peso seco da matéria vegetal e formam a maior parte do suprimento nutritivo animal em termos de inclusão (ALVARENGA et al., 2013).

Os carboidratos dividem-se em açúcares solúveis (monossacarídeos, dissacarídeos, trissacarídeos e polissacarídeos) e em insolúveis (fibras detergentes neutra e ácida) (BERTECHINI, 2004).

Os carboidratos juntamente com os lipídios são as maiores fontes de energia utilizadas pelos animais domésticos, entretanto, os carboidratos atuam na maioria das vezes como fonte energética primária aos animais domésticos, contribuindo em torno de 65% da energia metabolizável, e conseqüentemente, encontrando-se em grandes quantidades em rações para aves (ALVARENGA et al., 2013).

Estes são também utilizados na biossíntese de ácidos graxos e aminoácidos; na constituição de moléculas complexas: glicolipídeos, glicoproteínas, ácidos nucleicos;

para fornecimento de fibra na dieta; síntese de riboflavina e ácido ascórbico; formação da lactose; dentre outras funções.

2.2.1.1 Digestão de Carboidratos

Após a ingestão dos carboidratos, estes são umedecidos pela saliva iniciando a digestão de carboidratos através da α - amilase salivar ou ptialina. Na sequência o metabolismo dos carboidratos ocorre no intestino delgado. A α -amilase pancreática ou α -1,4-glicano hidrolase decompõe as ligações glicosídicas α -1,4 produzindo maltose e dextrinas (VAN DER MAAREL et al., 2002).

A enzima β -amilase e glicoamilase (amiloglicosidase) hidrolisam resíduos externos de glucose da amilose e da amilopectina produzindo maltose e glucose, respectivamente (NOROUZIAN et al., 2006).

A hidrólise final da maltose e dextrina é realizada pela maltase e dextrinase presentes na superfície das células epiteliais do intestino delgado. Neste mesmo lugar, isomaltase, sacarase e lactase hidrolisam isomaltoses, sacaroses e lactoses respectivamente. O resultado dessas hidrólises, é o fornecimento de açúcares simples prontos para serem absorvidos por transporte ativo e passivo principalmente no duodeno sendo que os carboidratos não digeridos são fermentados no intestino grosso com a formação de ácidos graxos voláteis que podem ser absorvidos ou excretados. Segundo Moran (1985) os açúcares como o amido é quase completamente digerido e absorvido (até 95%) no momento em que atinge o íleo terminal do intestino delgado

Após a absorção, os carboidratos podem seguir as rotas metabólicas da glicólise, glicogenólise, glicogênese, gliconeogênese, ciclos da pentose fosfatase e de Krebs, lipogênese ou lipólise sendo a maior fração, metabolizada em lipídeos (BERTECHINI, 2004).

2.2.2 Lipídios

Os lipídios são as fontes de energia mais concentradas nas dietas para aves, fornecem ácidos graxos essenciais e ajudam na absorção de vitaminas lipossolúveis (BERTECHINI, 2004).

Os lipídeos dietéticos (triglicerídeos, principalmente) são digeridos e absorvidos basicamente no intestino delgado e podem seguir vários destinos metabólicos (BERTECHINI,2004).

Neste local, os lipídios estimulam a liberação de tampões de bicarbonato, sais biliares e suco pancreático. A emulsificação provocada pela bile, provoca a formação de gotículas lipídicas, que resultará na lipólise auxiliada pela lipase pancreática fornecendo então, glicerol, ácidos graxos livres e monoglicerídeos. Os ácidos graxos livres e os fosfolipídios se dissociam novamente, o que aumenta a área superficial e melhora a eficiência digestiva (KROGDAHL, 1985).

Os monoglicerídeos da lipólise são incorporados em micelas mistas com sais biliares e são absorvidos pelos enterócitos intestinais principalmente no jejuno (HURWITZ et al., 1973). Ao nível da mucosa intestinal ocorre reesterificação dos ácidos graxos à molécula de glicerol, formando novamente triglicerídios, que são transportados na corrente sanguínea (BICKERSTAFFE e ANNISON, 1969; LEESON e SUMMERS, 2001). Devido à sua insolubilidade em água, os triglicerídios ligam-se a proteínas para serem transportados pelo sangue evitando assim insolubilidade (ROBINS et al., 1971).

Nas aves, a absorção se faz via porta, seguindo do intestino direto para o fígado. No fígado ocorre o metabolismo maior dos lipídeos, o qual distribui os lipídeos para as células gerais (oxidação), para a síntese de gorduras modificadas e ainda envia os ácidos graxos para a formação de lipídeos de reserva (gordura da carcaça e abdominal) (ESCRIBANO, 1991).

2.5 CUSTO X DESEMPENHO

É muito importante na avicultura se manter competitivo perante o comércio mundial de proteínas. Para isto, é preciso estar sempre atento ao custo de produção, que vai desde a aquisição das aves até a venda do produto final, procurando sempre maximizar a produção.

O crescimento das aves é influenciado pelo nível energético e proteico da dieta, sendo estes, os ingredientes mais onerosos nas dietas (TOLEDO et al., 2004).

Levando em consideração todos os dados de custos, as empresas podem tomar decisões futuras com o intuito de diminuir possíveis perdas e conseqüentemente aumentar a lucratividade da empresa (BACKES et al, 2007).

Neste contexto, a alimentação constitui 60 a 70 por cento do custo total de produção frangos de corte (KAMRAN et al., 2008; MOOSAVI et al., 2011), sendo que qualquer tentativa de reduzir o custo da alimentação pode levar a uma redução significativa no custo total de produção.

É importante informar, que nem sempre a ração mais eficiente em resultado zootécnico, é mais economicamente viável. Isso fica evidente, quando a suplementação de nutrientes acima do requerido pela ave desempenha uma melhora nos índices zootécnicos, porém, diminui a margem de lucratividade pelo fato de encarecer a ração.

Azizi et al. (2011) não observaram perda de desempenho de frangos ao diluir a proteína e a energia da dieta em 5% ou por Widyaratne e Drew (2011) ao reduzir os níveis de proteína e aminoácidos digestíveis. O fato de reduzir os níveis nutricionais sem alterar o desempenho das aves, demonstra a possibilidade de retornos econômicos maiores evitando-se o desperdício.

A idade também influencia do ponto de vista zootécnico, abatendo-se as aves mais cedo com idade média entre 35 a 38 dias. Entretanto, do ponto de vista econômico, aves abatidas mais tarde, com idade média entre 45 a 48 dias, ou com um peso maior, geram um maior volume de carne e conseqüentemente uma melhor eficiência do abatedouro.

2.6 ÍNDICE BIOECONÔMICO

Os modelos bioeconômicos existentes na literatura que calculam o desempenho dos animais, os custos e as receitas dos sistemas de produção podem ser adaptados para diferentes situações. Todavia, esses modelos são complexos e detalhados e nem sempre existe a disponibilidade de informações básicas necessárias, principalmente no que diz respeito à cadeia produtiva do frango (HARRIS e NEWMAN, 1994) tão pouco na produção de patos.

Uma das fórmulas conhecidas para se analisar a viabilidade econômica do desempenho de aves comerciais, foi a desenvolvida por Guidoni et al. (1994), tendo como parâmetros o consumo de ração, o ganho de peso, o custo da ração e o custo do kg do frango de corte, com a seguinte fórmula: $IBE = \text{Ganho de peso} - (\text{R\$ kg de ração/R\$ kg ave viva}) \times \text{consumo de ração por ave}$, sendo batizado como índice bioeconômico (IBE). Como neste índice, o preço do quilograma de ração, assim como, o preço do quilograma da ave viva é considerado, qualquer alteração do custo das matérias-primas vai alterar o IBE.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A comissão de ética no uso de animais (CETEA) da Universidade do Estado de Santa Catarina aprovou o protocolo de utilização dos animais usados nesse experimento sob o número CEUA nº 3243120320.

O experimento foi realizado em um aviário adaptado de um produtor integrado a uma empresa produtora de patos de pequim, localizado na cidade de Taió, SC (27°10'46.5"S 049°58'08.7"O). O aviário, de pressão positiva, possuía 100 X 12 metros e era equipado com controladores de temperatura e de iluminação. O experimento contou de um delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos dietéticos, em arranjo fatorial 3 × 2 (EM x PB). 1440 patinhos de pequim com 21 dias de idade, oriundos de um incubatório comercial foram submetidos a dietas experimentais (Tabela 1), contendo três níveis de EM (2.950, 3.050 3 3.150 kcal/kg) e dois níveis de PB (18 e 19) de 21 a 49 dias.

Foram alojados 2.400 patinhos de pequim com um dia de idade, oriundos de um incubatório comercial, criados inicialmente em pinteiro único, alimentadas com dietas contendo 2.900 Kcal/kg de EM e 21% de PB até o 10º dia e 2.950 Kcal/kg de EM e 19 % de PB de 11 a 21 dias, respectivamente. O manejo inicial dos patos seguiu as recomendações da empresa integradora, conforme o manual descritivo adotado pelo setor agropecuário. No 21º dia, pesou-se 240 aves individualmente (amostra) para estabelecer um peso médio para o lote. A seguir, iniciou-se a pesagem das demais aves de forma individual, sendo retiradas do experimento as que apresentavam diferença superior ou inferior a 3 % de peso médio da amostra, selecionando-se assim, 1.440 aves para serem utilizadas no experimento. Posteriormente, esses patos foram distribuídos aleatoriamente em 48 baias com 5 m² de área (2,5 x 2 m), onde cada baia recebeu 30 aves (15 machos e 15 fêmeas). Cada tratamento foi replicado 8 vezes e a ração fornecida era na forma peletizada.

Todos os patos tinham livre acesso à água e à ração e a iluminação era constante (8 horas de escuro e 16 de luz) durante todo o período experimental. O piso que recobria as baias foi forrado com 10 cm de maravalha. A temperatura durante o experimento foi mantida aproximadamente entre 16 e 20 °C.

As rações experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja, seguindo as exigências nutricionais para patos de pequim recomendadas pelo NRC (1994), exceto pelos níveis de EM e PB dos tratamentos.



Figura 3– Disposição das baias com bebedouros tipo nipple e comedouros tubulares.

Tabela 1 - Ingredientes alimentares e composição química das dietas experimentais

Ingredientes (%)	2950 (kcal/kg)		3050 (kcal/kg)		3150 (kcal/kg)	
	18%	19%	18%	19%	18%	19%
Milho	64,04	63,04	68,34	64,94	66,09	62,59
Farelo de soja 46.0	21,80	25,00	23,20	26,00	23,50	26,40
Farelo de trigo	8,20	6,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Farinha de carne	2,80	2,80	3,00	3,00	3,00	3,00
Oleo de Soja Degomado	0,00	0,00	0,30	0,90	2,25	2,85
Calcário 36%	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Sal	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Adsorvente de Micotoxinas	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Aglutinante para Ração peletizada	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Ácido Orgânico	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Probiótico	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Vitaminas - Minerais Premix ¹	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada						
Energia Metabolizavel Kcal/Kg	2950,00	2950,00	3050,00	3050,00	3150,00	3150,00
Proteína Bruta	18,00	19,00	18,00	19,00	18,00	19,00
Lisina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Metionina	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Treonina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Cálcio	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Fósforo	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38

¹Fornecido por quilograma na dieta total: Lisina 0,05%; Metionina 0,19%; Treonina 0,03%; BHT 6,06 mg/kg; Galato de propilo mg/kg; Cobre 110,00 mg/kg; Zinco 80,00 mg/kg; Manganês 80,00 mg/kg; Ferro 50,00mg/kg; Iodo 1,50mg/kg; Selênio 0,30 mg/kg; Vitamina A 8000,00 UI/kg; Vitamina D3 2000,00 UI/Kg; Vitamina E 30,00 mg/kg; Vitamina K3 4,00 mg/kg; Vitamina B1 3,00 mg/kg; Vitamina B2 8,00 mg/kg; Vitamina B6 3,00 mg/kg; Vitamina B12 15,00 µg/kg; Biotina 100,00 µg/kg; Niacina 40,00 mg/kg; Ácido Pantotênico 12,00 mg/kg; Ácido Fólico 1,50 mg/kg; Colina 400,00 mg/kg; Fitase 1000,00 U/kg; Xilanase 1500,00 U/kg.

3.1 AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

3.1.1 Consumo de ração

Através do auxílio de uma balança semi analítica com precisão (0,05 g), o consumo total da ração de cada parcela foi avaliado através do fornecimento prévio de uma quantidade semanal pré estabelecida de ração, sendo as sobras pesadas e contabilizadas ao final de cada semana. Este valor foi dividido pelo número de aves da baia experimental, obtendo-se o consumo de ração, expresso em g/ave/dia.

3.1.2 Peso médio vivo

Com a mesma balança utilizada para determinar o consumo de ração, todas as aves foram pesadas aos 28, 35, 42 e 49 dias de idade. O total de quilogramas da pesagem de todas as aves obtido em cada baía foi dividido pelo número de aves, obtendo-se assim o peso médio vivo, expresso em kg.

3.1.3 Ganho de peso diário – GPD

Também obtido semanalmente, subtraindo-se o peso médio inicial do peso médio final de cada semana e dividindo por sete dias. Ao final do experimento também foi mensurado o ganho médio diário referente aos 42 e 49 dias de criação. Esses valores serão expressos em g/dia.

3.1.4 Conversão alimentar

A conversão alimentar (CA) foi obtida ao final dos 28, 35, 42 e 49 dias de vida, através da divisão do consumo médio de ração das aves (kg) pelo peso médio das aves (kg), sendo expresso em kg/kg.

3.1.5 Mortalidade

A mortalidade foi computada por baias diariamente/semanalmente para correção do consumo de ração, ganho de peso diário e conversão alimentar da unidade experimental

3.2 RENDIMENTO DE CARÇA E CORTES COMERCIAIS

Aos 42 e aos 49 dias de vida, quatro aves (2 machos e 2 fêmeas) de cada unidade experimental foram selecionados aleatoriamente, pesadas (Peso 1) e anilhadas (para identificação do tipo de arraçoamento) e submetidas a um jejum de 6 horas e então enviadas para o frigorífico em caixas de transporte. No frigorífico as aves foram enviadas

diretamente para a descarga das aves e retiradas manualmente das gaiolas e penduradas com cuidado na nórea de pendura (sangria) pelos pés, para evitar o estresse, contusões, lesões e arranhões atendendo o Abate Humanitário e Bem-Estar Animal.

As aves penduradas na nórea de pendura passaram pela cuba de insensibilização (eletronarcole) a qual continha água e eletrodos, pela qual passava uma corrente elétrica, com controle de amperagem, voltagem e frequência evitando-se a morte das aves e seguiram para a Seção de Sangria. A insensibilização foi seguida de sangria em no máximo 12 segundos.

A sangria das aves foi realizada manualmente com utilização de faca, com incisão para o corte das veias jugulares e carótidas, permanecendo no túnel de sangria por um tempo mínimo de 3 (três) minutos e 30 segundos (pato). As aves seguiram para a escaldagem, a qual foi realizada por imersão em água aquecida com uma temperatura controlada de 55°C a 65°C. Após passar pelo tanque de escaldagem as aves seguiram para as depenadeiras. Após as carcaças passarem pelas depenadeiras foi realizado uma *PRÉ-INSPEÇÃO*. Em seguida as carcaças chegaram à seção de Evisceração, passando por um chuveiro de Toaleta Inicial e iniciando-se o processo de evisceração na calha de evisceração manual com as seguintes operações: extração da cloaca (através de pistola de cloaca, com sistema de autolavagem), corte da pele do pescoço/traqueia/esôfago, abertura do abdômen através de facas, eventração, retirada do coração, fígado e moela, retirada de esôfago e traqueia, inversão da carcaça, arrancador de cabeça, retirada de pulmão (utilizando extrator apropriado, com sistema de autolavagem) e chuveiro de Toaleta Final.

Após o Toaleta Final, as carcaças foram refrigeradas em câmara frigorífica a 4°C. Após 12 h as carcaças foram pesadas novamente sem o pescoço e pés (Peso 2). O rendimento da carcaça (%) foi o obtido através da relação entre o Peso 1 e o Peso 2.

A gordura abdominal, a carne do peito (incluindo o peitoral maior e o peitoral menor) e a carne da perna (incluindo a coxa e a sobre coxa) foram removidas das carcaças e pesadas. O rendimento foi determinado calculando-se as porcentagens relativas ao peso corporal vivo e expresso em %.



Figura 4 - Pesagem da gordura retirada da ave.

3.3 CUSTO ECONÔMICO E ÍNDICE BIOECONÔMICO

O custo do quilograma produzido em cada unidade experimental foi calculado levando-se em conta o preço do custo de cada tipo de ração multiplicando-o pela conversão alimentar e ganho de peso.

O índice bioeconômico (IBE), que determina o lucro líquido em função dos tratamentos aplicados, foi calculado aos 42 e 49 dias através da seguinte equação proposta por Guidoni et al. (1994):

$$\text{IBE} = \text{GP} - (\text{R\$ kg de ração/R\$ kg ave viva}) \times \text{consumo de ração/ave}$$

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram avaliados através do software estatístico SAS 9.0 (2003), sendo as médias inicialmente submetidas ao teste de Shapiro-wilk para avaliação da normalidade dos dados e posteriormente analisadas através da ANOVA, levando em consideração os efeitos independentes dos níveis de EM e PB, e a interação entre ambos. Quando significativa a interação, foi realizado o desdobramento dos resultados. Para as médias de EM que apresentaram diferença foi utilizado o teste Tukey e para PB o teste t de Student a 5 % de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

4.1.1 Consumo de ração

Os efeitos dos níveis de EM e PB das dietas sobre o consumo de ração são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre o consumo semanal de ração (kg) de Patos de pequim em diferentes dias de idade

	Consumo (Kg)						
	28 dias	35 dias	42 dias	49 dias	21-42 dias	21-49 dias	
Energia - kcal/kg	2.950	1,32 a	1,62 a	1,87 a	1,78 a	4,82 a	6,59 a
	3.050	1,28 b	1,55 b	1,82 b	1,75 a	4,65 b	6,40 b
	3.150	1,28 b	1,54 b	1,77 c	1,66 b	4,59 b	6,25 c
Proteína Bruta - %	18	1,29	1,55	1,80 b	1,75 a	4,65 b	6,37
	19	1,3	1,58	1,84 a	1,72 b	4,73 a	6,44
Probabilidade							
Energia Metabolizável	0,0008	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Proteína Bruta	0,3615	0,0504	0,0326	0,0412	0,0195	0,1285	
Energia * Proteína	0,2401	0,9719	0,072	0,1436	0,6653	0,1724	
CV%	2,74	3,34	2,82	2,84	2,45	2,12	
EPM	0,03	0,05	0,05	0,04	0,11	0,13	

Letras desiguais na coluna (entre os fatores) diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0.05$).

Os níveis de EM tiveram efeito ($P < 0.05$) sobre o consumo de ração em todas as semanas ao longo do experimento, sendo que com a dieta de 2.950 kcal/kg as aves tiveram maior consumo em relação à dieta com 3.150 kcal/kg.

Segundo Richards (2003), muito do que foi aprendido sobre a regulação da ingestão de alimentos e balanço energético de estudos em mamíferos podem ser diretamente

aplicáveis a aves. Os modelos atuais para a regulação do consumo de ração nas aves, incluem um sistema central que atua como controlador da ingestão de ração.

Este sistema central compreende locais neurais específicos e circuitos no tronco cerebral e regiões hipotalâmicas que recebem entrada de dois sistemas periféricos principais. O primeiro sistema “de curto prazo”, também conhecido como “sistema de saciedade periférica”, transmite sinais relacionados à refeição (por exemplo, a presença de alimentos ou nutrientes específicos) principalmente do trato gastrointestinal para centros de saciedade localizados no tronco cerebral (JENSEN, 2001). Sinais de saciedade originados do intestino são retransmitidos do tronco cerebral para o hipotálamo para ativar as vias neurais que modulam a ingestão de ração em a curto prazo (ou seja, de refeição em refeição). O outro sistema, “de longo prazo”, fornece informações ao hipotálamo sobre a quantidade de estoques de energia (por exemplo, massa de tecido adiposo).

Este resultado no presente trabalho pode ser explicado pelo fato que os animais responderam diminuindo a ingestão de ração na dieta com alta energia para manter suas necessidades calóricas, já que o consumo de ração é influenciado pelas exigências corporais necessárias (NAHASHON et al., 2005; WANG et al., 2010).

De acordo com Scott e Dean (1991), patos de pequim são capazes de regular a quantidade de ingestão de energia quando o nível está entre 2.300 kcal/kg e 3.100 kcal/kg.

Estudos reportados por Cherry e Morris (2008) demonstraram menor consumo com energia de dietas aumentadas com menos de 2.500 kcal/kg a 3.000 kcal/kg. Também mostraram que enquanto o consumo pode ser reduzido por energias mais altas, há a necessidade correspondente ao aumento no nível de proteína para manter o crescimento.

Fan et al. (2008) apontaram que com o aumento da energia dietética (de 2.600 para 3.100 kcal / kg de EM) para os patos de Pequim, o consumo diminuiu. Igualmente, Xie et al. (2010) demonstraram que embora o consumo de ração tenha diminuído ($P < 0,01$) conforme o nível de energia da dieta aumentou, a ingestão de energia de patinhos não foi alterada ($P > 0,05$) pelo aumento do nível de energia da dieta, o que apoiou a evidência de que as aves podem ajustar seu consumo de ração à diferença na densidade de EM da dieta para manter um consumo de EM constante (LEESON et al., 1996).

Os resultados encontrados no presente experimento corroboram com os encontrados no trabalho de Zeng et al. (2015), onde as aves diminuíram drasticamente a ingestão de ração entre 28 e 35 dias de idade ($P < 0,05$). Em comparação com os patos alimentados com 2.818 kcal/kg de dieta, patos de pequim alimentados com dieta de 3.057 kcal/kg ou 3.296 kcal/kg ingeriram 24,8 % e 28,9 % menos ração, respectivamente, de 28 a 35 dias de idade.

Baéza (2016) destacou que os patos são capazes de regular a quantidade de energia ingerida através da ingestão de ração e são considerados não responsivos a variações no nível de energia da dieta. Consequentemente, o crescimento será o mesmo se alimentados com alta (3.000 kcal/kg) ou baixo (2.500 kcal/kg) níveis energéticos na dieta, mas o consumo de ração e a CA será maior com níveis de energia baixos.

Wen et al. (2017) também observaram que o aumento da concentração de energia na dieta causava diminuição significativa em consumo. Além disso, Bai et al. (2018) em um estudo com 5 níveis de EM (2.800: 2.900: 3.000: 3.100, e 3.200 kcal/kg), os patos reduziram o consumo conforme a energia da dieta aumentava.

No tocante a PB, o consumo foi significativo ($P < 0,05$) nas duas últimas semanas (entre 35 a 42 e 42 a 49 dias). O consumo das aves com 19% de PB na dieta foi maior na semana de 35 a 42 dias (40 g) e menor entre 42 a 49 dias (30 g). O teor de PB também teve efeito significativo ($P < 0,05$) sobre o consumo entre 21 e 42 dias, sendo maior em 80g para as aves alimentadas com teores de 19 %. Uma explicação para isso é que mesmo com o aumento na eficiência da utilização da proteína em função da sua diminuição da proteína dietética, e ao contrário, um excesso de proteína dietética resulta em um aumento na excreção de nitrogênio e perda de energia para o metabolismo da excreção de N no ciclo da ureia (POOSUWAN et al., 2010; NUKREAW et al., 2011), as aves ainda necessitavam de uma quantidade maior durante esta fase da vida.

De acordo com Sklan & Plavnik (2002), as rações em frangos de corte devem ser formuladas para fornecer aminoácidos suficientes para a síntese protéica e o excesso destes pode resultar em queda na eficiência de utilização e aumento do requerimento dos aminoácidos essenciais. Isto ocorre pelo fato de que o excesso de proteína pode ser catabolizado na forma de ácido úrico, havendo um custo energético para que tal processo ocorra (LECLERCQ, 1996 citado por COSTA et al., 2001). Este custo é relativamente alto, considerando que, para incorporar um aminoácido na cadeia proteica, estima-se em torno de 4 mols de ATP e para excretar um aminoácido são gastos de 6 a 18 mols de ATP,

dependendo da quantidade de N do aminoácido, utilizando, na excreção de N, a energia que deveria estar sendo utilizada na manutenção corporal. Isto é confirmado pelo trabalho de Wen et al (2017) que mostraram que o nível de energia determinou o consumo de 1 a 21 dias de idade de patos de pequim e que dietas com alta energia requerem conteúdos mais altos de aminoácidos para compensar.

Segundo Pesti & Fletcher (1993), para atingir máximo ganho de peso, os frangos alimentados com alta energia precisam de mais proteína na ração. Silva et al. (2003) também relataram que a exigência de proteína de frangos de corte elevou-se com o aumento da energia da ração.

Não houve interação entre a EM e PB sobre o consumo de ração ($P < 0.05$) em nenhum dos períodos avaliados, o que indica que EM e PB são fatores independentes, onde, de acordo com os níveis utilizados nas dietas, um fator (EM) não interfere sobre o consumo de outro (PB).

Aumentando a densidade da energia da ração, pode, entretanto, resultar no consumo excessivo de calorias porque as aves podem não precisamente adaptar seus consumos em densidades de altas energias. Isto pode melhorar o rendimento de carcaça, mas há um aumento na gordura da carcaça a qual pode não ser desejável para alguns setores do mercado. Os dados encontrados aqui concordam com o estudo de Cherry e Morris (2008) que analisaram dados de ensaios de crescimento lentos e rápidos em patos onde a energia e os níveis de proteínas foram aumentados. Embora ambos (energia e proteína) aumentam o peso e a eficiência alimentar, não há evidências de interação entre energia e proteína. Portanto, parece que aplicações locais de energias dentro da variação de 2.865 a 3.105 kcal/kg são apropriados, dependendo da temperatura ambiental, alvo de conformação de carcaça e restrições de custo da formulação de rações. Contudo, no trabalho de Zeng et al. (2015), entre 28 a 35 dias, os níveis de EM e PB tiveram uma interação significativa ($P < 0,05$) no consumo das aves, onde patos alimentados com 3.300 kcal/kg e 15% PB na dieta tiveram menor consumo de ração em relação aos níveis intermediários dos tratamentos, o que evidencia que há limite nos níveis de EM e PB para não haver interação entre estes dois fatores.

4.1.2 Peso Vivo

Os efeitos dos níveis das dietas de energia metabolizável e proteína bruta sobre o peso vivo encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre o peso vivo (kg) de Patos de pequim em diferentes dias de idade

		Peso (kg)			
		28 dias	35 dias	42 dias	49 dias
Energia - kcal/kg	2.950	2,13	2,89 a	3,43	3,77
	3.050	2,12	2,84 ab	3,43	3,76
	3.150	2,11	2,82 b	3,38	3,74
Proteína Bruta - %	18	2,12	2,82 b	3,43	3,75
	19	2,13	2,86 a	3,4	3,77
Probabilidade					
Energia Metabolizável		0,0876	0,004	0,1571	0,348
Proteína Bruta		0,2766	0,0132	0,2671	0,4642
Energia * Proteína		0,0531	0,6294	0,1476	0,8774
CV%		1,32	1,49	2,25	1,84
EPM		28,15	42,46	76,87	69,20

Letras desiguais na coluna (entre os fatores) diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0.05$).

Apenas o peso vivo entre 28 e 35 dias foi significativo ($P < 0.05$) na dieta com 2.950 kcal/kg, onde as aves pesaram 50 e 70 g a mais quando comparadas com às alimentadas com 3.050 kcal/kg e 3.150 kcal/kg, respectivamente. O nível de 19% de PB na dieta apresentou significância ($P < 0.05$) com aves pesando 40 g a mais em relação à 18 % entre 28 a 35 dias. Não houve interação ($P < 0.05$) entre EM e PB das dietas sobre o peso das aves.

Segundo Baeza et al. (2012), um nível elevado de proteína na dieta além de aumentar o conteúdo de nitrogênio nas fezes, diminuiu a eficiência da deposição de proteína, conforme a relação EM:PB diminuiu. No presente trabalho, a relação EM:PB das dietas ficou entre 155 e 175, relação que não acarretou diferenças no peso vivo.

4.1.3 Ganho de peso

Os efeitos dos níveis das dietas de EM e PB sobre o ganho de peso estão apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável (EM) e Proteína Bruta (PB) sobre o ganho de peso (kg) de Patos de pequim em diferentes dias de idade

	Ganho peso (kg)						
	28 dias	35 dias	42 dias	49 dias	21-42 dias	21-49 dias	
Energia - kcal/kg	2.950	0,69	0,74	0,57	0,36	1,99	2,33
	3.050	0,67	0,72	0,60	0,35	2,00	2,33
	3.150	0,67	0,70	0,60	0,33	1,94	2,29
Proteína Bruta - %	18	0,67 b	0,71 b	0,58	0,36	1,95	2,31
	19	0,69 a	0,73 a	0,58	0,34	1,99	2,32
	Probabilidade						
Energia Metabolizável	0,0695	0,0609	0,0800	0,6496	0,1323	0,0848	
Proteína Bruta	0,0272	0,0372	0,0777	0,4307	0,1241	0,6917	
Energia * Proteína	0,0075	0,6359	0,5007	0,0366	0,0814	0,7681	
CV%	3,67	5,06	6,44	19,12	3,71	2,82	
EPM	0,02	0,03	0,03	0,06	0,07	0,06	

Letras desiguais na coluna diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,05$).

Não ocorreu diferenças entre os níveis de EM entre os períodos avaliados, entretanto, os níveis de PB da dieta foram significativos ($P < 0,05$) para ganho de peso (GP) de 21 a 28 dias e de 28 a 35 dias, onde nas dietas com nível de 19 % PB, as aves tiveram maior GP em relação aquelas que receberam dietas com 18% de PB.

A diferença obtida no GP entre 21 e 28 dias e 28 a 35 para PB pode estar relacionado a maior exigência proteica para síntese de tecido muscular.

Contrariamente aos resultados deste estudo, um experimento realizado por Yalçın et al. (1998) alimentando aves com uma dieta de baixa energia de 2900 kcal/kg, uma dieta média de energia de 3100 kcal/kg e uma dieta de alta energia de 3300 kcal/kg MJME / kg com 2 concentrações de proteína por tratamento energético, 230 e 200 g / kg, de 0 a 3 e 3 a 7 semanas de idade respectivamente, mostrou que aumentando a energia da dieta de 2900 a 3300/ kg aumentou o peso corporal aos 21 e 49 dias.

Entretanto, os resultados encontrados no presente experimento, corroboram com os encontrados por Zeng et al. (2015) que avaliaram a interação entre EM (2.820, 3.060 e 3.300 kcal/kg) e PB (15, 17 e 19 %) em patos de pequim alimentados com dietas com relação EM:PB diferentes (148 a 220) de 15 a 35 dias de idade. Durante todo o período de estudo os patos alimentados com PB de 15% apresentaram menor GP ($P < 0,05$) de 14

a 21 dias e 21 a 28 dias em comparação com patos alimentados com 17 e 19 % de PB. Além disso, a concentração de PB dietética não teve efeito significativo no GP de 28 a 35 dias (108, 110 e 111g para 15, 17 e 19 % de PB). No entanto, a dieta proteica de 15 % resultou em peso vivo 110 e 180 g mais leve em 35 dias em relação aquelas alimentadas com 17 ou 19 %, respectivamente.

Da mesma maneira, os resultados do presente trabalho, corroboram com o trabalho de Xie et al. (2016), onde diminuindo a PB de 17% até 13% nas dietas em patos arraçoados de 14 a 35 dias, não ocorreu efeito significativo sobre o ganho de peso ($P > 0.05$), assim como, no estudo realizado por Liu et al. (2019) com 4 tratamentos dietéticos com diferentes concentrações de energia metabolizável (EM) e proteína bruta (PB) (2.850 kcal / kg e 16%, 2.950 kcal / kg e 16,5%, 3.050 kcal / kg e 17,0% e 3.150 kcal / kg e 17,5%) o GPD aumentou ($P < 0.05$) linearmente com os níveis diferentes de EM e PB da dieta.

Sabe-se que o teor de PB em uma dieta pode influenciar o ganho de peso corporal (FOUAD e EL-SENOUSEY; 2014), e que as reduções na PB da dieta podem causar uma diminuição na proteína da carcaça e um aumento no teor de gordura da carcaça (KASSIM e SUWANPRADIT; 1996)

Ocorreu interação entre EM e PB nas semanas entre 21 a 28 dias e 42 a 49 dias. Uma vez que os níveis de proteína bruta não afetaram o consumo de ração nestas duas primeiras semanas, as diferenças de ganho de peso podem ser atribuídas à eficiência de utilização das rações pelas aves.

O desdobramento das interações ocorrida nos respectivos períodos para ganho de peso é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Desdobramento da interação entre energia metabolizável e proteína bruta no ganho de peso entre 21 a 28 dias e 42 a 49 dias de idade

		Proteína %			
		21 a 28 dias		42 a 49 dias	
		18	19	18	19
Energia - kcal/kg	2.950	0,70	0,68	0,33	0,39
	3.050	0,66	0,69	0,37	0,34
	3.150	0,65b	0,69a	0,37a	0,30b

Letras desiguais na linha entre as idades e níveis diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,05$).

Pelo resultado da interação observa-se que entre 21 e 28 dias, quando se fizer uso de dietas com 3.150 kcal/kg deve-se utilizar 19 % de PB na dieta. Já entre 42 e 49 dias deve-se formular dietas com 18 %. Contudo, veja que a interação somente ocorreu no nível de 3.150 kcal/kg, e como não ocorreu diferença no ganho de peso entre os níveis de EM nas dietas (Tabela 4), despreocupa-se com esta interação.

4.1.4 Conversão Alimentar

Na Tabela 6 encontram-se os resultados dos efeitos dos níveis energia metabolizável e proteína bruta sobre a conversão alimentar.

Tabela 6 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre a conversão alimentar (kg) de patos de pequim em diferentes idades.

	Conversão Alimentar (kg/kg)				Conversão (kg/kg)		
	28 dias	35 dias	42 dias	49 dias	21-42 dias	21-49 dias	
Energia - kcal/kg	2.950	1,92	2,21	3,33 a	5,24	2,43a	2,83 a
	3.050	1,91	2,16	3,06 b	5,01	2,34b	2,75 b
	3.150	1,91	2,19	2,99 b	5,15	2,37ab	2,73 b
Proteína Bruta - %	18	1,93 a	2,20	3,04 b	5,04	2,38	2,76
	19	1,90 b	2,17	3,21 a	5,21	2,38	2,77
Probabilidade							
Energia Metabolizável	0,5308	0,1039	0,0002	0,6285	0,0063	0,0001	
Proteína Bruta	0,0158	0,2467	0,0080	0,4456	0,9252	0,2919	
Energia * Proteína	0,0065	0,4816	0,1138	0,0510	0,0073	0,7947	
CV%	2,32	2,85	6,63	14,07	3,30	1,60	
EPM	0,04	0,06	0,20	0,72	0,07	0,04	

Letras desiguais na coluna diferem estatisticamente pelo Teste Tukey (P<0,05)

A EM foi significativa ($P < 0.05$) para a CA de 35 a 42 dias de idade, sendo maior ($P < 0.05$) para a dieta de 2.950 kcal/kg quando comparada com as demais dietas. De 21 a 42, aves alimentadas com dietas contendo 3.050 kcal/kg tiveram menor ($P < 0.05$) CA se comparadas com às que receberam 2.950 kcal/kg, entretanto, não houve diferença ($P > 0.05$) entre as aves que consumiram 3.050 kcal/kg e 3.150 kcal/kg. Já de 21 a 49 dias, as aves que receberam 2.950 kcal/kg tiveram uma CA maior ($P < 0.05$) em relação às que receberam 3.050 kcal/kg e 3150 kcal/kg, respectivamente, e não houve diferença entre os grupos que receberam 3.050 e 3.150 kcal/kg.

Os resultados obtidos neste ensaio corroboram com o estudo de Wilson (1975), que também indicou que patos de pequim alimentados com dietas de baixa energia tinham maior ingestão de ração e maior CA do que as aves alimentadas com dietas de energia mais elevada, coincidindo com os resultados obtidos por Xie et al. (2010), onde conforme o nível de energia da dieta aumentava 2450 kcal/kg de EM para 3050 kcal/kg de EM a eficiência alimentar diminuía ($P < 0,01$).

Também corrobora com aqueles encontrados por Zeng et al. (2015) que avaliaram diferentes níveis de EM (2.820; 3.060 e 3.300 kcal/kg) e PB (15; 17 e 19 %) em patos de pequim alimentados com diferentes relações entre EM:PB (148 a 220) de 15 a 35 dias de idade e observou que a CA foi 0,18 maior em relação às aves alimentadas com a dieta 2.820 kcal/kg versus 3.300 kcal/kg, mas não houve diferença entre a dieta de 3.060 kcal/kg e 3.300 kcal/kg. Fan et al (2008) reportaram em um experimento de dose-resposta com 6 níveis de energia dietética (2.600; 2.700; 2.800; 2.90; 3.000 e 3.100 kcal/kg) em patos de pequim de 14 a 42 dias de idade, em que a CA diminuiu significativamente à medida que a EM da dieta aumentou de 2.600 para 3.100 kcal/ kg, porém, não houve diferença entre os níveis com 2.900; 3.000 e 3.100 kcal/kg.

A CA das aves para PB foi significativa ($P < 0.05$) entre 21 e 28 dias, onde na dieta com 19 % de PB foi menor ($P < 0.05$) em relação ao nível de 18%, contrariamente ao o que ocorreu de 35 a 42 dias de idade, onde a PB de 18 % foi menor ($P < 0.05$) em relação à dieta com 19 % de PB. Segundo Leeson (1995), a redução da eficiência do uso da proteína ocorre por causa da síntese muscular ser geneticamente controlada, havendo, portanto, um limite na deposição diária de proteína, independentemente de sua ingestão.

No presente trabalho, houve interação com diferença significativa ($P < 0.05$) para CA entre a EM e os níveis PB nas semanas de 21 a 28 dias e de 21 a 42 dias.

Tabela 7 – Desdobramento da interação entre energia metabolizável e proteína bruta na conversão alimentar de patos de pequim entre 21 a 28 dias e de 21 a 42 dias de idade

		Proteína %			
		21 a 28 dias		21 a 42 dias	
		18	19	18	19
Energia - kcal/kg	2.950	1,91	1,93	2,38b	2,48a
	3.050	1,92	1,89	2,35	2,33
	3.150	1,95a	1,87b	2,41a	2,33b

Letras desiguais na linha entre as idades e níveis diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0.05$).

O desdobramento da interação indica que seria recomendável, quando se fazer uso de dietas com 3150 kcal/kg nas dietas de 21 a 28 dias deve-se utilizar o nível de 19% de PB. Já de 21 a 42 dias seria recomendável o nível de 18%. Entretanto, tal recomendação não condiz com o resultado geral deste trabalho, pois no nível de 2950 e 3050 kcal/kg não se vislumbrou interação entre níveis de EM e PB.

4.2 RENDIMENTO DE CARCAÇAS E CORTES COMERCIAIS

Os efeitos dos níveis de EM e PB referentes a rendimento da carcaça eviscerada, peito, coxa e sobrecoxa e gordura no abate realizado aos 42 e 49 dias são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Efeito dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta sobre o rendimento de carcaça eviscerada, peito, coxa/sobrecoxa e gordura de patos abatidos aos 42 e 49 dias

	Carcaça (%)		Peito (%)		Coxa e sobrecoxa (%)		Gordura (%)		
	42 dias	49 dias	42 dias	49 dias	42 dias	49 dias	42 dias	49 dias	
	Energia - kcal/kg	2.950	60,8	60,8	16,01	17,66	15,49	15,48	0,76
	3.050	60,6	60,6	15,94	18,59	15,38	15,58	0,72	0,83
	3.150	61,1	60,1	16,19	18,70	15,40	15,82	0,69	0,86
Proteína Bruta - %	18	60,9	63,4	16,12	18,08	15,44	15,62	0,72	0,83
	19	60,8	63,1	15,97	18,56	15,41	15,64	0,73	0,81
Probabilidade									
Energia Metabolizável	0,1062	0,2582	0,4482	0,1138	0,6332	0,3655	0,1226	0,3248	
Proteína Bruta	0,5553	0,4168	0,3405	0,2764	0,7720	0,9304	0,8392	0,6141	
Energia * Proteína	0,7073	0,8493	0,6958	0,2840	0,0589	0,1513	0,0754	0,8804	
CV%	1,22	1,63	3,52	8,26	2,14	4,41	13,69	17,30	
EPM	0,74	1,03	0,56	1,51	0,33	0,68	0,09	0,14	
	42 dias	60,83 b		16,04 b		15,42		0,72 b	
	49 dias	63,23 a		18,31 a		15,63		0,82 a	
Probabilidade									
	<.0001		<.0001		0,0752		0,0002		
CV%	1,44		6,84		3,53		15,86		
EPM	0,89		1,17		0,54		0,12		

Letras desiguais entre as linhas diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,05$).

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os níveis de EM e PB nos rendimentos de carcaça eviscerada, peito, coxa/sobrecoxa e gordura abdominal nas aves abatidas aos 42 dias e 49 dias de idade. Também não ocorreu interação entre EM e PB nestes quesitos avaliados. No presente trabalho, mesmo com o aumento do consumo de ração para nível baixo de EM (2.950 kcal/kg), não proporcionou alteração nos resultados obtidos nos dados de abate.

Dietas de alta energia podem causar excesso de deposição de gordura abdominal em patos (SCOTT et al., 1959), assim como, observado em frangos em crescimento (JACKSON et al., 1982; LEESON et al., 1996; GHAFARI et al., 2007).

Trabalho de Sizemore e Sigel (1993) observando quatro cruzamentos comerciais de frangos de corte até 49 dias que a alimentação de uma dieta com energia mais elevada durante as primeiras três semanas pós-eclosão, resultou em maiores porcentagens de gordura da carcaça aos 49 dias de idade, mas em pesos absolutos e relativos mais baixos da gordura abdominal.

Considerando a relação inversa entre a ingestão de proteína e deposição de gordura (JACKSON et al., 1982), a estreita relação EM:PB entre os tratamentos do presente estudo foi insuficiente para apresentar diferença na deposição de gordura abdominal. Sobre este aspecto, Scott et al. (1959) observaram que a gordura da carcaça de patos pequim com 52 dias de idade aumentava com o aumento da relação de EM:PB da dieta e Silva et al. (2001) observaram redução semelhante na gordura abdominal à medida que a relação EM:PB diminuía.

Aumentando a relação EM:PB para todo o período de crescimento tende a aumentar a deposição de gordura na carcaça (BARTOV et al., 1974) enquanto que diminuindo a relação EM:PB, diminui a gordura abdominal (GRIFFETHS et al., 1977).

Para Kessler e Brugalli (1999) e Silva et al. (2001) observaram máxima deposição de proteína e mínima de gordura corporal com baixas relações EM:PB na ração enquanto que para Leandro et al. (2003), uma ingestão adequada de energia para um crescimento adequado reduz a deposição de gordura na carcaça.

Resultados semelhantes foram encontrados por Liu et al. (2019), onde os autores realizaram um experimento com quatro níveis dietéticos com diferentes concentrações de EM e PB (2.850 kcal/kg e 16 %; 2.950 kcal/kg e 16,5 %; 3.050 kcal/kg e 17,0 % e 3.150 kcal/kg e 17,5 %). O aumento da EM e da PB não afetaram as características da carcaça, incluindo carcaça eviscerada, carne de peito, pele, gordura subcutânea, peso e rendimento da gordura abdominal, o que pode ser explicado, segundo os autores, pela constante relação EM:PB. Já para Fan et al. (2008), observaram que dietas com níveis de 2.800, 2.900, 3.000 e 3.100 kcal/kg de EM não diferiram ($P > 0,05$) no rendimento do peito e das pernas, porém, para o rendimento de gordura abdominal houve diferença significativa ($P < 0,05$) para os níveis contendo 2.600 e 2.700 kcal/kg. Yalçın et al (1998) observaram que aves alimentadas com dietas de baixa energia (2.900 kcal/kg), média energia (3.100 kcal/kg) e alta energia (3.300 kcal/kg) com 2 concentrações de PB por tratamento energético, 230 e 200 g/kg, de 0 a 3 e 3 a 7 semanas de idade, respectivamente, que aumentando a dieta de 2.900 para 3.300 kcal/kg aumentou o rendimento da carcaça e peso relativo da gordura abdominal de maneira linear, porém não houve efeito significativo dos níveis energéticos sobre o rendimento de carne do peito e pernas.

Não houve diferença ($P > 0,05$) para os níveis de PB no rendimento de carcaça eviscerada, do peito, coxa e sobrecoxa e da gordura abdominal nas diferentes idades de abate. Os resultados do presente estudo estão de acordo com o trabalho de Xie et al. (2016) que conduziram um experimento de dose-resposta com 6 níveis analisados de proteína

bruta (PB) na dieta (13,54; 14,37; 14,71; 16,04; 16,61 e 17,22 %) para investigar os efeitos de dietas com baixa proteína no desempenho do crescimento e no rendimento de carcaça de patos de pequim dos 14 aos 35 dias de idade. Estes autores observaram que o rendimento da carcaça, carne de perna e carne de peito não foi influenciado pela redução ($P>0,05$) da PB dietética de 17,22 para 13,54 %, mas a gordura abdominal aumentou ($P<0,05$) quando a PB dietética foi de 13,54%.

Em condições de deficiência nutricional, principalmente déficit de aminoácidos essenciais, a musculatura do peito é um dos parâmetros afetados, como descreve Fischer (1994). Neste trabalho, a porcentagem de peito não foi influenciada pelos níveis de proteína bruta da dieta, indicando que, mesmo no menor nível proteico (18 %), houve fornecimento satisfatório de aminoácidos essenciais. Segundo Roush (1983) e Sklan e Plavnik (2002), rações com baixo conteúdo proteico causam aumento na deposição de gordura nos tecidos, em razão da incapacidade da ave utilizar energia para a deposição de proteína. Como a ração não contém quantidade suficiente de proteína para ótimo crescimento, a energia extra é convertida em gordura. Baeza e Leclercq (1998) confirmaram que a redução da PB teve pouco ou nenhum efeito na deposição de gordura em dietas finais de patos Muscovy.

Na análise estatística realizada para comparar os rendimentos entre as idades de 42 e 49, houve diferença ($P<0,05$) para o rendimento percentual de carcaça, peito e gordura. Segundo Leclercq (1990), o desenvolvimento do músculo do peito é tardio e ocorre durante o período final de criação. Scheele (1997) também observou que o crescimento dos músculos peitorais ocorre principalmente durante os estágios finais de desenvolvimento em aves de crescimento rápido. Essa característica do crescimento da carcaça pode explicar a diferença significativa ($P<0,05$) entre o rendimento de peito entre as aves de 42 e 49 dias.

No presente trabalho, os patos criados até 49 dias tiveram deposição de gordura maiores em 10 g em relação as aves abatidas aos 42 dias de idade. Isso pode ser devido ao fato de que as aves alimentadas 7 dias a mais, tiveram uma menor necessidade proteica para o desenvolvimento na semana de 42 a 49 dias e, conseqüentemente, aumentaram a deposição de gordura abdominal. Em geral, conforme o animal envelhece, a quantidade de gordura corporal aumenta enquanto o músculo diminui, e a deposição de tecido adiposo é influenciado pela relação energia metabolizável e proteína da dieta (SUMMERS e LEESON, 1984; PERREAULT e LEESON, 1992). No entanto, a alimentação com dietas com níveis variáveis de proteína (de 18 a 28%) para a 1ª semana

após o nascimento não alterou a deposição de gordura em pintos de corte de 7 dias de idade (NOY e SKLAN, 2002). Assim, semelhante aos efeitos da gordura dietética, a proteína dietética provavelmente afeta a qualidade da carcaça de aves de forma mais significativa em uma idade posterior.

No tocante ao rendimento de coxa/sobre coxa observa-se que não há efeito da idade de abate sobre este quesito, talvez este resultado possa estar relacionado com a situação locomotora, visto que estes músculos estão em constante uso pela ave para locomover-se.

4.3 CUSTO E ÍNDICE BIOECONÔMICO

O Custo e o Índice Bioeconômico dos níveis de EM e PB relacionados a performance semanal e final de Patos de pequim estão apresentados na Tabela 9.

Houve interação entre EM e PB para o custo da ração na primeira semana do experimento (21 a 28 dias) e de 21 a 42 dias de idade

O nível de EM com 3150 kcal/kg de 21 a 42 dias foi significativo ($P < 0.05$) com R\$ 0.11 e R\$ 0.17 maior que nas dietas de 2950 kcal/kg e 3050 kcal/kg respectivamente, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Apesar de não haver interação de 21 a 49 dias entre EM e PB, ambas apresentaram diferenças significativas ($P < 0.0001$), sendo que as rações com maiores níveis de EM e PB apresentaram o maior custo de produção.

Tabela 9 - Custo e índice Bioeconômico dos níveis de Energia Metabolizável e Proteína Bruta de patos de pequim relacionado à performance de acordo com a idade

	Custo (R\$)						IBE		
	28	35	42	49	21-42 dias	21-49 dias	21-42 dias	21-49 dias	
	Energia - kcal/kg	2.950	2,71 b	3,12 a	4,63 a	7,34	3,43 b	3,99 b	197
	3.050	2,74 b	3,02 b	4,28 b	6,98	3,37 b	3,95 b	197	232
	3.150	2,85 a	3,07 a	4,17 b	7,21	3,54 a	4,08 a	193	227
Proteína Bruta - %	18	2,77	3,07	4,24 b	7,05	3,41	3,96 b	194	229
	19	2,77	3,06	4,49 a	7,30	3,48	4,06 a	197	230
	Probabilidade								
Energia Metabolizável	0,0001	0,0214	0,0002	0,6663	0,0005	0,0001	0,1234	0,1016	
Proteína Bruta	0,7025	0,6568	0,0064	0,4274	0,0520	0,0001	0,1466	0,5742	
Energia * Proteína	0,0177	0,7372	0,0923	0,0510	0,0166	0,7059	0,0802	0,6208	
CV%		2,37	2,96	6,61	14,1	3,33	1,62	3,73	2,81
EPM		0,07	0,09	0,29	1,01	0,15	0,07	0,07	0,06

Letras desiguais na coluna diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,05$).

Ocorreu diferença significativa ($P < 0,05$) entre 21 a 28; 28 a 35; 35 a 42; de 21 a 42 dias e entre 21 e 49 dias para os níveis de EM. Dietas com 3.150 kcal/kg são mais onerosas na criação de patos que dietas com níveis de 2.950 e 3.050 kcal/kg, exceto entre 42 e 49 dias idade, onde os 3 níveis de EM remetem ao mesmo custo.

Em relação ao nível de PB, aves apresentaram diferença ($P < 0,05$) de 35 a 42 dias e de 21 a 49 no custo econômico, tendo maior custo nas dietas com 19 % de PB. Os resultados remetem a importância da escolha de uma dieta com níveis corretos nas diferentes fases de vida dos animais e/ou a adoção de mais de duas ou três fases de tipos de ração, possibilitando a troca para uma ração mais adequada nutricionalmente e economicamente.

O índice Bioeconômico não apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para os níveis de EM e PB ao longo do experimento, não sendo neste caso relevante para a escolha de uma dieta ideal.

Na Tabela 10 encontramos o desdobramento das interações encontradas no custo de patos de pequim entre 21 e 28 e entre 21 e 42 dias de idade.

Tabela 10 – Desdobramento da interação entre energia metabolizável e proteína bruta no custo de patos de pequim de acordo com a idade entre 21 a 28 dias e 42 a 49 dias de idade

		Proteína %			
		21 a 28 dias		21 a 42 dias	
		18	19	18	19
Energia - kcal/kg	2.950	2,70	2,77	3,33b	3,52a
	3.050	2,74	2,75	3,33	3,40
	3.150	2,77b	2,83a	3,57	3,51

Letras desiguais na linha entre as idades e níveis diferem estatisticamente pelo Teste Tukey ($P < 0,05$)

No desdobramento das interações, observa-se que quando se utilizar dietas com 3.150 kcal/kg de EM com 19 % de PB esta remete a um custo mais elevado na fase de 21 a 28 dias de idade. Já entre 21 a 42 dias de idade dietas com 2.950 kcal/kg e 19 % de PB resultam em maior custo. Contudo, da mesma forma como nas interações observadas anteriormente, não é através apenas deste resultado pontual que se deve extrapolar a uma conclusão em relação aos demais níveis de EM e PB utilizados, pois evidencia-se ao nível de EM específico utilizado naquele período (semana) avaliado.

5 CONCLUSÕES

Entre os níveis de energia metabolizável e proteína bruta, sugere-se a adoção de 3050 kcal / kg e de 19% de PB de 21 a 35 dias e de 3150 kcal/kg e 18% de PB para patos arraçoados de 35 a 49 dias, e ainda, em caso de um período sem a troca de ração (21 a 49 dias) o mais indicado é uma EM de 3050 kcal/Kg com 18% de PB.

Os níveis de energia metabolizável e de proteína bruta não apresentam diferenças significativas semanalmente para o rendimento da carcaça de patos de pequim e seus respectivos cortes (peito, coxa e sobrecoxa, e gordura) tão pouco para o índice bioeconômico.

REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O.. 2003. **Recent advances in duck nutrition**. In: 24 Western Nutrition Conference, 10-11 th September 2003, The Fairmont Hotel, Winnipeg, Manitoba, Canada, p 191-204.
- ADEOLA, O.. 2006. **Review of research in duck nutrient utilization**. International Journal of Poultry Science 5 (3): 201-218.
- ALETOR, V.A.; HAMID II; NIE B.; and PFEFFER E.. 2000. **Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization**. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80(5), 547–554.
- ALVARENGA, R.R.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; MAKIYAMA, L.; OLIVEIRA, E.C.; FREITAS, R.T.F.; BERNARDINO, V.M.P.. 2013. **Validation of prediction equations to estimate the energy values of feedstuffs for broilers: Performance and carcass yield**. Asian-Australian Journal of Animal Sciences. 26(10):1474-1483.
- AZIZI, B.; SADEGHI, G.; KARIMI, A.; ABED F.. 2011. **Effects of dietary energy and protein dilution and time of feed replacement from starter to grower on broiler chickens performance**. Journal of Central European Agriculture; 12(1):44-52.
- AVIAGEN <http://eu.aviagen.com/tech-center/download/13/Ross-308-Broiler-PO-2014-EN.pdf>
- BACKES, R. G; KUHN, C. M. S; PERLEBERG, C. R; DALBEN, L. C; ALBERTI, J. A; WIEST, L..2007. **Aplicação do método de custeio RKW em uma cooperativa agrícola**. Revista Custos e @gronegócio on line - v. 3 – Edição Especial.
- BAEZA, E.; and LECLERCQ, B.. 1998. **Use of industrial amino acids to allow low protein concentrations in finishing diets for growing Muscovy ducks**. Br. Poult. Sci. 39:90–96.

BAÉZA, E.. 2016. **Nutritional requirements and feed management of meat type ducks.** World's Poultry Science Journal, Vol. 72. :5–20

BAÉZA, E.; BERNADET, M. D.; LESSIRE, E. M.. 2012. **Protein requirements for growth, feed efficiency, and meat production in growing mule ducks.** J. Appl. Poult. Res. 21 :21–32

BAI, W. Q.; ZHANG, K. Y.; DING, X. M.; BAI, S. P.; WANG, J. P.; PENG, H. W.; and ZENG, Q. F.. 2018. **High dietary energy content increases inflammatory markers after lipopolysaccharide challenge in meat ducks.** Poultry. Science. p 380.

BARTOV, I.; and PLAVNIK, I.. 1998. **Moderate excess of dietary protein increases breast meat yield of broiler chicks.** Poultry Science, v.77, p.680-688.

BARTOV, I.; BOMSTEIN, S.; and LIPSTEIN, B.. 1974. **Effect of calorie to protein ratio on degree of fatness in broilers fed on practical diets.** Br. Poult. Sci. 15: 107-117.

BARZEGAR, S.; WU, S. B.; CHOCT, M.; SWICK, R. A.. 2019. **Factors affecting energy metabolism and evaluating net energy of poultry feed.** Poultry Science 0, 1 - 12.

BASTIANELLI, D. M.; QUENTIN, I.; BOUVAREL, C.; RELANDEAU, P.; LESCOAT, M. P.; and TESSERAUD, S.. 2007. **Early lysine deficiency in young broiler chicks.** Animal , 1: Page 587–594.

BAUMEL, J. J.; KING, A.S.; BREAZILE, J. E.; EVANS, H. E.; and BERGE J. C. V..1993. **Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium.** 2.ed. Cambridge: Nuttall Ornithological Club. 779p.

BEKER, A.; VANHOOSER, S. L.; SWARTZLANDER, J. H.; TEETER, R.G.. 2004. **Atmospheric ammonia concentration effects on broiler growth and performance.** The Journal of Applied Poultry Research. 13(1), 5-9

BEKER A.; VANHOOSER S. L.; SWARTZLANDER J. H.; TEETER R. G.. 2004. **Atmospheric Ammonia Concentration Effects on Broiler Growth and Performance**. Poultry Science, v. 13, p. 5 – 9.

BERTECHINI, A.G. 2004. **Nutrição de Monogástricos**, Lavras: Editora UFLA, 1 ed..

BESKI, S.S.M.; SWICK, R.A.; IJI, P.A.. 2015. **Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review**. Animal Nutrition, 1(2), 47–53.

BICKERSTAFFE, R.; and ANNISON, E. F.. 1969. **Triglyceride synthesis by small-intestinal epithelium of the pig, sheep and chicken**. Biochemical Journal, 111(4), 419–429.

BLANCO, A.; and BLANCO, G.. 2017. **Medical Biochemistry**. Carbohydrates, C.4, p.73–97.

COOPER, G.M.. 2000. **The Cell: A Molecular Approach**. 2nd Edition, Sunderland (MA): Sinauer Associates.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B.; FONTES, D.O.; SANTOS, G.G.; DIONELLO, N.L.; WENCESLAU R.R.; FELIPE, V.P.S.; FERREIRA, I.C.; SOUSA, J.E.R..2007. **Desempenho de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.59, n.6, p.1545-1553.

CRICK, F.H.. 1958. **On protein synthesis**. Symp Soc Exp Biol.; 12:138–163.

CHEEKE, P. R.. 2005. **Livestock feeds and feeding**. (3rd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall.

CHERRY, P.; and MORRIS, T.. 2008. **Domestic duck production science and practice** (CABI) ISBN 0-85199-054-5.

CHERRY VALLEY. 2017. Disponível em: <https://www.cherryvalley.co.uk/> enquires and specifications

COBB-VANTRESS. 2019 Disponível em: http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/Cobb500_broiler_performance_and_nutrition_supplement.pdf

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.. 2001. **Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.1498-1505.

DI CAMPOS, M.S.; GIMENEZ, C.M.; DELSIN, H.R.; SAVASTANO JR., H.. 2004. Redução da proteína bruta da ração para suínos mantidos em termoneutralidade. In: III Jornada Internacional de Proteínas e Colóides Alimentares - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos FZEA/USP. Anais, Pirassununga/SP.

DUGGAN, B.M.; HOCKING, P.M.; SCHWARTZ, T.; and CLEMENTS, D.N.. 2015. **Differences in hindlimb morphology of ducks and chickens: effects of domestication and selection**. *Genetics Selection Evolution* 47:88.

ELKIN, R.G. 1987. **A review of duck nutrition research**. *World's Poultry Science Journal* 43 (2): 84-106.

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

EMMANS, G.C.. 1995. Problems in modeling the growth of poultry. **World's Poultry Science Journal**, v.51, p.77-89.

EMMERSON, D.A.. 1997.**Commercial approaches to genetic selection for growth and feed conversion in domestic poultry**. *Poult Sci.*, 76:1121–1125.

ESCRIBANO, F.. 1991. **Fisiología digestiva y metabolismo de las grasas e hidratos de carbono en gallinas ponedoras**. In: Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras. Madrid: Ediciones Mundi-prensa.

FAN, H. P.; XIE, M.; WANG, W. W.; HOU, S. S.; and HUANG, W.. 2008. **Effects of Dietary Energy on Growth Performance and Carcass Quality of White Growing Pekin Ducks from Two to Six Weeks of Age**. Poultry Science 87:1162–1164.

FANTINI, B..1983. **Chemical and Biological Classification of Proteins. History and Philosophy of the Life Sciences**, 5(1), 3–32.

FAO. 2021. Livestock Primary. Disponível em:<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>

FISCHER, C.. 1994. **Use of amino acids to improve carcass quality of broilers**. Feed Mix, v.2, p.17-20.

FISHER, C.. 2000. Advances in feed evaluation for poultry. In: Feed Evaluation, Principles and Practice. Eds. Moughan, P.J., Verstegen, M.W.A. & Visser-Reyneveld, M.I., Veenman drukkes, Wageningen, The Netherlands. pp. 243-268.

FOUAD, A. M.; and EL-SENOUSEY, H. K.. 2014. **Nutritional Factors Affecting Abdominal Fat Deposition in Poultry: A Review**. Asian Australas. J. Anim. Sci. Vol. 27, No. 7 : 1057-1068 .

GARLAND, P.; and LYNN, N.. 2019. **Recent developments in practical aspects of duck feeding**. In: 22 European symposium on poultry nutrition, 10-13 th June 2019, Gdansk, Polônia, p 110-117.

GONZALEZ- ESQUERRA, R.; and LEESON, S.. 2006. **Physiological and metabolic responses of broilers to heat stress-implications for protein and amino acid nutrition**. W. Poult. Sci. J. 62:282-295.

GHAFFARI, M.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M.; and TAHERKHANI, R.. 2007. **Effects of Different Levels of Metabolizable Energy and Formulation of Diet Based on Digestible and Total Amino Acid Requirements on Performance of Male Broiler**. International Journal of Poultry Science 6 (4): 276-279.

GRIFFETHS, L.; LEESON S.; and SUMMERS, J. D.. 1977. **Fat deposition in broilers: Effect of dietary energy to protein balance, and early life caloric restriction on productive performance and abdominal fat pad size.** Poultry Sci. 56:638-646

GRIMAUD. 2019. Disponível em: <http://www.grimaudfreres.com/en/products/pekin-ducks/breeders/>

GUIDONI, A.L. **Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional animal.** Piracicaba, 1994. 105p. Tese (Doutorado em Agronomia Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1994.

HALE, B. D.; FAIRCHILD, B.; WORLEY, J.; HARPER, L.; RITZ, C.; CZARICK, M.; RATHBUN, S.L.; IRVIN, E.A.; NAEHER, L. P. 2010. **Comparison of ammonia measurement methods inside and outside tunnel-ventilated broiler houses.** The Journal of Applied Poultry Research. 19(3), 245-262.

HAN, K.; and LEE, J. H.. 2000. **The role of synthetic amino acids in monogastric animal production.** Asian-Aus. J. anim. Sci. Vol. 13, nº 4: 543-560.

HARRIS, D. L.; and NEWMAN, S.. 1994. **Breeding for profit: synergism between genetic improvement and livestock production (a review).** Journal of Animal Science, v.72,n.8, 2178–2200.

HELMBRECHT, A. 2012. **Amino acid nutrition in ducks.** 14th world's Poultry Congress Salvador-Bahia-Brazil

HIRST, B.H. 1993. Dietary regulation of intestinal nutrient carriers. Proc Nutr Soc, 52:315.

HOMIDAN, A.A.; ROBERTSON, J.F.; and PETCHEY, A.M.. 2003. **Review of the effects of ammonia and dust concentration on broiler performance.** World's Poultry Science Journal, 59: 340–349.

HURWITZ, S.; BAR, A.; KATZ, M.; SKLAN, D.; BUDOWSKI, P. 1973. **Absorption and Secretion of Fatty Acids and Bile Acids in the Intestine of the Laying Fowl**. *The Journal of Nutrition*, 103(4), 543–547.

INDARSIH, B.; and PYM, R.A.E.. 2009. **The efficiency of protein utilization in different broiler strains**. *J.Indonesian Trop. Anim. Agric.* 34 (3)

JACKSON, S.; SUMMERS, J.D.; LEESON, S.. 1982. **Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization**. *Poultry Sci.* 61, 2224–2231

JENSEN, J. 2001. **Regulatory peptides and control of food intake in non-mammalian vertebrates**. *Comp. Biochem. Physiol.* 128A:471–479.

JONES, T.A.; DONNELLY, C.A.; and DAWKINS, M.S.. 2005a. **Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the UK and Denmark stocked at five densities**. *Poultry Science*, 84(8): 1155–1165.

JONES, E.K.M.; WATHES, C.M.; and WEBSTER, A.J.F.. 2005b. **Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience**. *Applied Animal Behaviour Science*, 90: 293–308.

JONES, T.A.; and DAWKIN, M.S.. 2010. **Environment and management factors affecting Pekin duck production and welfare on commercial farms in the UK**. *British Poultry Science* Volume 51, Number 1, pp. 12-21

KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; NISA, M.; NADEEM, M.A.; MAHMOOD, S.; BABAR, M.E.; AHMED, S.. 2008. **Effect of low-protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age**. *Poultry Science* 87:468-474.

KAN, C. A. 1975. **The intestinal absorption of amino acids and peptides with special reference to the domestic fowl: A literature review**. *World's Poultry Science Journal*, 31(1), 46–56.

KASSIM, H. and SUWANPRADIT, S.. 1996. **The effect of energy levels on the carcass composition of the broilers.** Asian J. Anim. Sci. 9:331-335.

KESSLER, A.M.; BRUGALLI, I. **Recentes avanços do efeito da nutrição no crescimento específico de componentes da carcaça de frangos de corte.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO E QUALIDADE DE CARNE DE AVES, 1999, Concórdia. Anais... Concórdia: EMBRAPA, 1999. p.1-19.

KHAJAVI, M.; RAHIMI, S.H.; HASSAN, Z.M.; KAMALI, M.A.; MOUSAVI, T.. 2003. **Effect of feed restriction early in life on humoral and cellular immunity of two commercial broiler strains under heat stress conditions.** Bri Poult Sci. 44:490–497.

KIDD, M. T.; KERR, B.; FIRMAN, J.; and BOLING, S.. 1996. **Growth and carcass characteristics of broilers fed low-protein, threonine-supplemented diets.** J. Appl. Poult. Res. 5: 180-190.

KILBERG, M. S.. 1982. **Amino acid transport in isolated rat hepatocytes.** J. Membrane Biol. 69:1–12.

KRISTENSEN, H.H.; BURGESS, L.R.; DEMMERS, T.G.H.; and WATHES, C.M.. 2000. **The preferences of laying hens for different concentrations of atmospheric ammonia.** Applied Animal Behavior. Science, 68: 307–318.

KRISTENSEN, H.H.; and WATHES, C.M.. 2000. **Ammonia and poultry welfare: a review.** World's Poultry Science Journal, 56(3): 235–245.

KROGDAHL, Å.. 1985. **Digestion and Absorption of Lipids in Poultry.** The Journal of Nutrition, 115(5), 675–685.

LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; STRINGUINI, J. H.; MORAES FILHO, R.; MOURA, K. A.; SILVA JÚNIOR, R. P.. 2003. **Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração, para frango de corte.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.3, p. 620-631.

LECLERCQ, B. 1990. **Croissance et composition corporelle du canard de Barbarie**, in: SAUVEUR, B. & DE CARVILLE, H. (Eds) *Le Canard de Barbarie*, pp. 23–40 (Paris, Institut National de la Recherche Agronomique).

LECLERCQ, B.. 1996. **Les rejet azote Issus de l'áviculture: importance et progress envisageables**. INRA Prod. Anim., 9:91-101.

LEESON, S.. 1995. **Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte**. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba. Anais. Curitiba: Apinco. p.111- 118.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D.. 1996. **Broiler response to dietary energy**. Poultry Sci. 75, 529–535.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D.. 2001. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Ontario: University Books. 413p

LEHNINGER, D. N.; COX, M. M.. 2011. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed, 5 ed.

LINDSTRÖM, E.; CHEN, D.; NORLÉN, P.; ANDERSSON, K.; HÅKANSON, R.. 2001. **Control of gastric acid secretion:the gastrin-ECL cell-parietal cell axis**. 128(3), 503–511.

LIU, J. B.; YAN, H. L.; ZHANG, Y.; HU, Y. D.; and ZHANG, H. F.. 2019. **Effects of dietary energy and protein content and lipid source on growth performance and carcass traits in Pekin ducks**. Poultry Science 98:4829–4837.

LIU, S.K.; NIU, Z.Y.; MIN, Y.N.; WANG, Z.P.; ZHANG, J.; HE, Z.F.; LI, H.L.; SUN, T.T.; and LIU, F.Z.. 2015. **Effects of Dietary Crude Protein on the Growth Performance, Carcass Characteristics and Serum Biochemical indexes of Lueyang Black-boned Chickens from Seven to Twelve Weeks of Age**. Brazilian Journal of Poultry Science. Jan - Mar 2015 / v.17 / n.1 / 103-108

LOPEZ, G.; and LEESON S.. 2008. **Review: Energy partitioning in broiler chickens.** Can. J. Anim. Sci. 88:205–212.

MAFF. 1987. **Codes of Recommendations for the Welfare of Livestock: Domestic Fowls.** MAFF Publications, London

MARIOTTI, F.; TOMÉ, D.; MIRAND, P. P.. 2008. **Converting Nitrogen into Protein - Beyond 6.25 and Jones' Factors.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48(2), 177–184.

MCDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A.. 2002. **Evaluation of foods: energy content of foods and the partition of food energy within the animal.** In. Animal Nutrition 6 Edition (Ed: Pearson Education limited, Essex) pp 263-291.

MONTENY, G. J.; and ERISMAN, J. W.. 1998. **Ammonia emission from dairy cow buildings: a review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction.** NJAS wageningen journal of life sciences. 46(3), 225-247.

MOOSAVI, M.; ESLAMI, M.; CHAJI, M.; BOUJARPOUR, M.. 2011. **Economic value of diets with different levels of energy and protein with constant ratio on broiler chickens.** Journal of Animal and Veterinary Advances; 10:709- 711.

MUSHARAF, N. A.; LATSHAW, E. J. D.. 1999. **Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition.** Worlds. Poult. Sci. J. 55:233–240.

MORAN, E. T.. 1985. **Digestion and absorption of carbohydrates and events through perinatal development.** J. Nutr. 115:665–674.

NAHASHON, S.N.; ADEFOPE N.; Amenyenu, A.; and Wright, D.. 2005. **Effect of dietary metabolizable energy and crude protein concentrations on growth performance and carcass characteristics fo french quinea broilers.**Poultry Science, 84: 337-344.

NOROUZIAN, D.; AKBARZABEH, A.; SCHAERER, J.; YOUNG, M.M.. 2006. **Fungal glucoamylases**. *Biotechnology Advances*, v.24, p.80-85.

NOY, Y.; and SKLAN D.. 2002. **Nutrient use in chicks during the first week posthatch**. *Poult. Sci.* 81:391–399.

NRC. 1981. *Nutritional energetics of domestic animals and glossary of energy terms*. Second Revised ed. National Academy Press, Washington, D.C., USA.

NRC. 1994. Nutrient requirements of ducks, in, NRC (Ed.) **Nutrient requirements of poultry**, pp. 42-43 (National Academic Press, Washington, USA).

NUKREAW, R.; BUNCHASAK, C.; MARKVICHITR, K.; CHOOTHESEA, A.; PRASANPANICH, S.; and LOONGYAI, W.. 2011. **Effects of methionine supplementation in low-protein diets and subsequent re-feeding on growth performance, liver and serum lipid profile, body composition and carcass quality of broiler chickens at 42 days of age**. *J. poultry Science*, 48: 229-238.

OJANO-DIRAIN , C. P.; and WALDROUP, P.W.. 2002. **Protein and amino acid needs of broilers in warm weather: A review**. *Int. J. of Poult. Sci.* 1(4) : 40-46

ORVIA. 2019 Disponível em: <http://www.orvia.fr/en/OUR-PRODUCTS/Pekin-Duck/Canard-Pekin-PEKIN-DUCKLING-ST5-HEAVY-Commerciaux>

PARSONS, C.M.; BAKER, D.H.. 1994. **The concept and use of ideal protein in the feeding of nonruminants**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, Maringá. Anais. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 119-128p.

PELIT, P.A.; ACAR, T.; KARAHAN, M.. 2014. **Transcription and Translation**. In book: *Applications of Molecular Genetics in Personalized Medicine*

PENILDON, S.. 2010. *Farmacologia*. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1325 p.

PERREAULT, N.; and LEESON S.. 1992. **Age-related carcass composition changes in male broiler chickens**. *Can. J. Anim. Sci.* 72:919–929.

PESTI, G.M.; FLETCHER, D.L.. 1993. **The response of male broiler chickens to diets with various protein and energy contents during the growing phase**. *British Poultry Science*, v.24, p.91-99.

POOSUWAN, K.; BUNCHASAK, C.; KAEWTAPEE, E C.. 2010. **Long-term feeding effects of dietary protein levels on egg production, immunocompetence and plasma amino acids of laying hens in subtropical condition**. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 94: 186-195.

RICHARDS, M. P.. 2003. **Genetic Regulation of Feed Intake and Energy Balance in Poultry**. *Poultry Science* 82:907–916

ROBINS, S. J.; SMALL, D. M.; TRIER, J. S.; DONALDSON, JR. R. M.. 1971. **Localization of fatty acid reesterification in the brush border region of intestinal absorptive cells**. *Biochimica et biophysica* 233, 550–561.

RODEHUTSCORD, M.. 2015. **Differences in amino acid and phosphorus digestibility between broiler chickens, turkeys and ducks**. p124 -129 *Proceeding 20th European Symposium on Poultry Nutrition Prague, Czech Republic*.

ROTZ, C.A.. 2004. **Management to reduce nitrogen losses in animal production**. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 119-137.

ROUSH, W.B.. 1983. **Na investigation of protein levels for broiler starter and finisher rations and the time of ration change by response surface methodology**. *Poultry Science*, v.62, p.110-116.

RUTZ, F. 2020. **Proteínas: digestão e absorção**. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, Cap.10, p. 135-142.

SAS (2003). **SAS user's guide: statistics. Version 9.0.** Cary (NC): SAS Institute.

SHOENHEIMER, R.; RATNER, S.; and RITTENBERG, D.. 1939. **Studies in protein metabolism. X. The metabolic activity of the body proteins investigated with L (-) leucine containing two isotopes.** Journal of Biological Chemistry 130, 703-732

SCHEELE, C. W.. 1997. **Pathological changes in metabolism of poultry related to increasing production levels.** Vet. Q. 19:127-130.

SCOTT, M.L.; HILL, F.W.; PARSONS, E.H.; BRUCKNER, J.H.; DOUGHERTY, E.. 1959. Studies on duck nutrition. 7. **Effect of dietary energy: protein relationships upon growth, feed utilization and carcass composition in market ducklings.** Poultry Sci. 38, 497-507.

SCOTT, M.L. and DEAN, W.F.. 1991. **Nutrition and management of ducks,** 177 p. (Ithaca, USA, NY).

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

SIREGAR, A.P.; CUMMING, R.B.; and FARRELL, D.J.. 1982. **The nutrition of meat-type ducks. 2.** The effects of variation in the energy and protein contents of diets on biological performance and carcass characteristics. Australian Journal of Agricultural Research 33 (5): 865-875.

SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.H.. 2001. **Níveis de energia e relações energia: proteína para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.1791-1800.

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.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.2, p.344-352.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P; DE LIMA, R.B.. 2014. **Digestão e absorção de proteínas**. In: Sakomura, N.K., Vilar da Silva, J.H., Perazzo-Costa, F.G., Fernandes, J.B.K., Hauschild, L. Nutrição de não ruminantes, Jaboticabal: FUNEP, p.95-109.

SIZEMORE, F.G.; and SIGEL, H. S.. 1993. **Growth, feed conversion and carcass composition in females of four broiler crosses fed starter diets with different energy levels and energy to protein ratios**. Poult. Sci., 72: 2216-28.

SRITIAWTHAI, E.; SAKULTHAI, S.; SAKDEE, J.; BUNCHASAK, C.; KAEWTAPEE, C.; and POEIKHAMPHA, T.. 2013. **Effect of protein level and dietary energy on production, intestinal morphology and carcass yield of meat duck during start phase of 14 days**. J. Appl. Poult. Sci 13(2):315-320.

STERLING, K. G.; PESTI, G. M.; and BAKALLI, R. I.. 2003. **Performance of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein**. Poult. Sci., 82:1939-1947

STERLING, K.G.; PESTI, G.M.; and BAKALLI, R. I.. 2006. **Performance of different broiler genotypes feed diets with varying levels of dietary crude protein and lysine**. Poult. Sci, 85:1045-1054.

SUMMERS, J.; and LEESON S.. 1984. **Influence of dietary protein and energy level on broiler performance and carcass composition**. Nutr. Rep. Int. 29:757–767.

SVIHUS B.. 2014. **Function of the digestive system**. J. Appl. Poult. Res. 23 :306–314.

TEN HAVE, G. A.; ENGELEN, M. P.; LUIKING, Y. C.; and DEUTZ, N. E.. 2007. **Absorption kinetics of amino acids, peptides, and intact proteins**. Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab. 17:S23–36.

TOLEDO, G.S.; LÓPEZ, J.; COSTA, P. T.; SOUZA, H.. 2004. **Aplicação dos conceitos de proteína bruta e proteína ideal sobre o desempenho de frango de corte machos e fêmeas criados no inverno**. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.6, p.1927-1931.

TUITE, M. F.; and STANSFIELD, I..1994. **Termination of protein synthesis.** Molecular Biology Reports 19, 171–181.

VAN EMOUS, R.A.; KWAKKEL, R.P.; VAN KRIMPEN, M.M.; and HENDRIKS, W.H.. 2015. **Effects of dietary protein levels during rearing and dietary energy levels during lay on body composition and reproduction in broiler breeder females.** Poult. Sci., 94: 1030-1042.

VIEIRA, S.L.; STEFANELLO, C.; CEMIN, H.S.. 2016. **Lowering the dietary protein levels by the use of synthetic amino acids and the use of a mono component protease.** Animal Feed Science and Technology. V. 221, Part B, Pages 262-266.

XIE, M.; JIANG, Y.; TANG, J.; WEN, Z. G.; ZHANG, Q.; HUANG, W.; and HOU, S. S.. 2017. **Effects of low-protein diets on growth performance and carcass yield of growing White Pekin ducks.** Poultry Science 96:1370–1375.

XIE, M.; ZHAO, J. N.; HOU, S.S.; HUANGA, W.. 2010. **The apparent metabolizable energy requirement of White Pekin ducklings from hatch to 3 weeks of age.** Animal Feed Science and Technology 157 (2010) 95–98.

XIE, M.; JIANG, Y.; TANG, J.; WEN, Z. G.; ZHANG, Q.; HUANG, W.; and HOU, S. S.. 2016. **Effects of low-protein diets on growth performance and carcass yield of growing White Pekin ducks.** Poultry Science 0:1–6.

YALÇIN, S.; ÖZKAN S.; AÇIKGÖZ, Z.; and ÖZKAN, K.. 1998. **Influence of dietary energy on bird performance, carcass parts yields and nutrient composition of breast meat of heterozygous naked neck broilers reared at natural optimum and summer temperatures.** Br. Poult. Sci. 39:633–638.

YU, S.; THOEGERSEN, J. B.; KRAGH, K. M.. 2020. **Comparative study of protease hydrolysis reaction demonstrating Normalized Peptide Bond Cleavage Frequency and Protease Substrate Broadness Index.** PLOS ONE, 15(9).

WANG, Q.; LI, H.F.; DAI, Y.L.; CHEN, K.W.; LI, B.L.; WANG, Z.Y.; AND ZHANG, J.. 2010. **Effect of dietary crude protein and energy on gaoyou ducklings growth performance and carcass trait.** J. Animal Vet. Adv., 9: 826-830.

WANG, Y. M. ; MENG, Q. P. ; GUO, Y. M. ; WANG, Y. Z. ; WANG, Z. ; YAO, Z. L. ; SHAN, T. Z.. 2010. **Effect of atmospheric ammonia on Growth Performance and immunological response of broiler chickens.** Journal of animal and veterinary advances, v. 9, n. 22, p. 2802 – 2806, 2010.

WEN, Z.G.; RASOLOFOMANANA; T.J.; TANG, J.; JIANG, Y.; XIE, M.; YANG, P.L.; and HOU, S.S.. 2017. **Effects of dietary Energy and lysine levels on growth performance and carcass yields of pekin ducks from hatch to 21 days.** Poultry Science 96: 3361-3366.

WIDYARATNE, G.P.; DREW, M.D.. 2011. **Effects of protein level and digestibility on the growth and carcass characteristics of broiler chickens.** Poultry Science 90: p595-603.

WILSON, B.J.. 1975. **The performance of male ducklings given starter diets with different concentrations of energy and protein.** Br. Poultry Sci. 16, 617–625.

ZENG, Q. F.; CHERRY, P.; DOSTER, A.; MURDOCH, R.; ADEOLA, O.; and APPLGATE, T. J.. 2015. **Effect of dietary energy and protein content on growth and carcass traits of Pekin ducks.** Poult. Sci. 94:384– 394.