

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E**  
**PASTAGENS**

**Luanna Aparecida Sales**

**Zootecnista**

**AVALIAÇÃO DO ADENSAMENTO ENERGÉTICO E**  
**NUTRICIONAL PARA POEDEIRAS LEVES**

**GARANHUNS-PE**

**2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E**  
**PASTAGENS**

**Luanna Aparecida Sales**

**Zootecnista**

**AVALIAÇÃO DO ADENSAMENTO ENERGÉTICO E**  
**NUTRICIONAL PARA POEDEIRAS LEVES**

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Pastagens, do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Área de concentração: Nutrição de Não Ruminantes.

Orientador:

Prof. Dr. Danilo Teixeira Cavalcante

Coorientadores:

Prof. Dra. Denise Fontana Figueiredo

Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

**GARANHUNS-PE**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S163a

Sales, Luanna

AVALIAÇÃO DO ADENSAMENTO ENERGÉTICO E NUTRICIONAL PARA POEDEIRAS LEVES / Luanna Sales. - 2023.  
51 f.

Orientadora: Danilo Teixeira Cavalcante.

Coorientadora: Fernando Guilherme Perazzo Costa.

Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens , Garanhuns, 2023.

1. Nutrição. 2. Aves de Postura. 3. Energia metabolizável. 4. Aminoácidos. 5. Minerais. I. Cavalcante, Danilo Teixeira, orient. II. Costa, Fernando Guilherme Perazzo, coorient. III. Título

CDD 636.089

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E**  
**PASTAGENS**

**AVALIAÇÃO DO ADENSAMENTO ENERGÉTICO E**  
**NUTRICIONAL PARA POEDEIRAS LEVES**

Dissertação elaborada por

LUANNA APARECIDA SALES

Aprovado em 30 de março de 2023

BANCA EXAMINADORA

---

**Prof. Dr. Danilo Teixeira Cavalcante**

Zootecnista, M.Sc. em Zootecnia, D.Sc. em Zootecnia

Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

(Orientador)

---

**Prof. Dra. Mércia Rodrigues Barros – UFRPE**

(Examinadora)

---

**Prof. Dra. Janete Gouveia de Souza - UFRN**

(Examinador)

## Ficha catalográfica

## DEDICATÓRIA

À Deus, pela fortaleza e sustentação.  
Aos meus pais, Orlando (*in memorian*) e Sirley, por serem minha base.  
À minha irmã Priscila, pelo exemplo e carinho.  
À minha avó Nazaré (*in memorian*), pelo eterno amor.  
À Diego, pelo amor e companheirismo.  
Dedico

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, por reservar o melhor para minha caminhada, por me ensinar a ser uma pessoa resiliente, determinada e confiante.

Aos meus pais, Orlando (*in memorian*) e Sirley, por serem os meus maiores incentivadores, pelo amor incondicional, por me ensinarem e educarem no caminho da honestidade e humildade e por não medirem esforços para a minha felicidade.

À minha irmã Priscila, pela amizade e por ser meu exemplo de determinação e persistência, pelo zelo e cuidado. À minha avó Nazaré (*in memorian*), por ser minha segunda mãe, pelo amor e doçura. À toda a minha família e amigos pelo apoio.

À Diego, por todo companheirismo, amor, paciência, suporte emocional e incentivo. Aos meus sogros e família, por se tornarem minha segunda família em Pernambuco e torcerem por minhas conquistas.

À granja Ovo Novo, em especial Josimario Florêncio, por me incentivar a retornar aos estudos e possibilitar que em meio às atividades do trabalho, eu conseguisse finalizar esta etapa.

À todos os professores da pós graduação que tive oportunidade de cursar disciplinas e aos demais alunos que conheci no decorrer do tempo, agradeço por toda paciência e compreensão ao longo das atividades propostas, pois muitas vezes era necessário mudar algum horário ou dia para que eu pudesse acompanhar o restante da turma em meio às minhas atividades do trabalho.

Ao meu orientador, Danilo Cavalcante, por toda paciência, sabedoria, compreensão, experiência, conhecimento e parceria ao longo desses anos de aprendizado.

Aos membros da banca, pela disponibilidade do tempo e conhecimentos compartilhados.

Agradeço a todos que contribuíram para a conclusão desta etapa, pois sozinha, a caminhada se tornaria mais difícil.

*“Tudo é do Pai, toda honra e toda a glória,  
é Dele a vitória, alcançada em minha vida”.*

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição percentual e níveis nutricionais de dietas para poedeiras, contendo diferentes adensamentos de energia e de nutrientes .....	34
<b>Tabela 2.</b> Efeito do adensamento de energia metabolizável e de nutrientes sobre o desempenho de poedeiras leves com 44 a 64 semanas de idade .....	38
<b>Tabela 3.</b> Efeito do adensamento de energia metabolizável e de nutrientes sobre a qualidade do ovo de poedeiras leves com 44 a 64 semanas .....	39

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1 Produção de ovos no Brasil .....	12
2.2 Processos fisiológicos envolvidos na formação do ovo .....	13
2.3 Processos bioquímicos envolvidos na determinação da qualidade do ovo.....	16
2.4 Principais componentes da dieta de aves de postura.....	18
2.5 Adensamento energética aplicado à dieta de poedeiras .....	20
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>30</b>
4.1 Objetivo Geral .....	30
4.2 Objetivos Específicos .....	30
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>27</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
2.1 Área experimental .....	33
2.2 Animais e tratamentos .....	33
2.3 Variáveis avaliadas.....	35
2.3.1 Desempenho produtivo.....	35
2.3.2 Qualidade de ovo.....	36
2.4 Análise estatística .....	37
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>45</b>

## **CAPÍTULO I**

---

**Avaliação do adensamento energético e nutricional para poedeiras  
leves**

**SALES, L.A. Avaliação do adensamento energético e nutricional para poedeiras leves.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens. UFRPE. Garanhuns-PE. Orientador: Prof. Dr. Danilo Teixeira Cavalcante.

## **RESUMO**

O nível de energia da dieta limita o consumo de ração das aves, por isso, os demais nutrientes da dieta como: proteínas, vitaminas, minerais e lipídeos, devem ser ajustados em conformidade com o nível energético da ração, com intuito de favorecer o atendimento das exigências nutricionais das aves de postura. Para as aves, utiliza-se o teor de energia metabolizável aparente (EMA) para formulação das dietas, já que essa medida corresponde ao valor de energia prontamente disponível aos processos metabólicos, por representar a diferença entre a energia bruta dos alimentos e as perdas de energia, decorrentes da produção de excretas. Assim, faz-se necessário analisar o adensamento energético, aminoacídico e mineral de poedeiras em relação ao desempenho produtivo e à qualidade do ovo, haja vista que, as exigências nutricionais de EM aminoácidos e minerais das aves variam com a linhagem, a idade, o ambiente e as formas de processamento da ração. Os estudos demonstram que o incremento energético reduz o consumo de ração, como também promove acréscimos do peso dos ovos, da gema, do albúmen e da massa do ovo. Essas variáveis são afetadas diretamente pela idade das poedeiras, uma vez que, o aproveitamento de carboidratos, aminoácidos e minerais que compõem a dieta dependem do estágio de desenvolvimento do trato gastrointestinal e do crescimento das aves. Dessa forma, os níveis de EM, de aminoácidos e de minerais presentes na dieta interferem diretamente nas características produtivas das aves de postura e na qualidade do ovo e, por conseguinte, no tempo de vida útil do ovo.

**Palavras-chaves:** nutrição, aves de postura, energia metabolizável, aminoácidos, minerais.

**SALES, L.A. Evaluation of energy and nutritional density for laying hens.** Dissertation (Master in Animal Science and Pastures). Graduate Program in Animal Science and Pastures. UFRPE. Garanhuns-PE. Advisor: Prof. doctor Danilo Teixeira Cavalcante.

## **SUMMARY**

The energy level in the diet limits the consumption of feed by the birds, so the other nutrients in the diet, such as proteins, vitamins, minerals and lipids, must be adjusted in accordance with the energy level of the feed, with the aim of favoring the fulfillment of nutritional requirements of laying hens as a whole. For birds, the metabolizable energy (ME) content, also called apparent metabolizable energy (AME), is used to formulate diets, since this measure corresponds to the value of energy readily available to metabolic processes, as it represents the difference between gross energy from food and energy losses from faeces and urine. Thus, it is necessary to analyze the energy, amino acid and mineral density of laying hens in relation to productive performance and egg quality, given that the nutritional requirements of ME, amino acids and minerals of the birds vary with the lineage, age, environment and ways of processing the feed. Studies show that the energy increase reduces feed intake, as well as promotes increases in egg weight, yolk, albumen and egg mass. These variables are directly affected by the age of the laying hens, since the use of carbohydrates, amino acids and minerals that make up the diet depend on the stage of development of the gastrointestinal tract and the growth of the birds. Thus, the levels of ME, amino acids and minerals present in the diet directly interfere with the productive characteristics of laying hens and the quality of the egg and, therefore, the shelf life of the egg.

**Keywords:** nutrition, laying hens, metabolizable energy, amino acids, minerals.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Em decorrência dos avanços genéticos, as poedeiras comerciais tornaram-se mais precoces e produtivas, o que exige que haja revisões periódicas das suas exigências nutricionais com intuito de assegurar o máximo desempenho produtivo e de melhorar a qualidade dos ovos (BRUMANO et al., 2010). Nesse sentido, deve-se haver constante monitoramento das exigências nutricionais, a fim de acompanhar o aperfeiçoamento genético das aves (LIMA NETO et al., 2008).

Os níveis de nutrientes das rações de poedeiras comerciais, como proteína, aminoácidos, minerais e vitaminas, devem ser determinados em relação ao consumo de energia metabolizável (RIBEIRO, 2009). Apesar de a energia não ser considerada nutriente, ela é importante como componente nutricional e é determinante no desempenho produtivo do animal, uma vez que, modula a eficiência alimentar e melhora a taxa de crescimento, impactando diretamente no retorno econômico da atividade (BARRETO et al., 2007).

Sob essa ótica, a energia metabolizável aparente (EMA) ou energia metabolizável (EM) define-se pela subtração da energia bruta (EB) do alimento consumido pela EB das fezes, da urina e dos produtos gasosos da digestão, contudo estes últimos, para as aves, são considerados insignificantes (NRC, 1994). Nessa perspectiva, a EM é a estimativa da energia dietética, disponível aos tecidos dos animais, que varia com a idade das aves (MELLO et al., 2009).

A utilização da EM está associada ao desenvolvimento do trato gastrointestinal das aves, vista que, na fase inicial, as aves apresentam baixa capacidade de digestão de lipídeos e carboidratos, devido à baixa atividade das enzimas amilase e lipase, o que limita o aproveitamento dos nutrientes, sobretudo, dos lipídeos (SAKOMURA et al., 2004). Dessa forma, a energia proveniente da digestão dos alimentos é fator limitante ao consumo de ração e envolve-se diretamente nos processos produtivos das aves, ou seja, a utilização dos valores energéticos adequados às aves são fundamentais para obter ótima produtividade e máxima rentabilidade do sistema de produção (ALBINO, 1991).

Ademais, o nível de energia também afeta o desempenho produtivo das aves e o custo de formulação das rações (FARIA e SANTOS, 2005). Nesse aspecto, os valores energéticos dos alimentos decorrem da relação entre a composição química e as características físicas do alimento, associadas às características anatômicas e fisiológicas

das aves (SILVA et al., 2008). Os valores estimados de EM são influenciados não só pela idade da ave, mas também pelo sexo, pela espécie e pelo processamento dos alimentos (FREITAS et al., 2005; BRUMANO et al., 2006; MELLO et al., 2009).

Por ser importante componente nutricional e afetar o consumo alimentar diário das aves, o nível energético deve ser estabelecido com cautela, pois, à medida que o nível energético aumenta linearmente, as aves reduzem o consumo de ração (WU et al., 2007). Por este motivo, os níveis nutricionais de aminoácidos, minerais e vitaminas devem estar bem balanceados em função dos níveis de energia da ração, a fim de evitar o baixo consumo de algum desses.

Níveis nutricionais desbalanceados podem impactar negativamente na produtividade e na qualidade do ovo, como o peso, a espessura e a porosidade da casca (VILELA et al., 2016). Portanto, torna-se relevante analisar o impacto do adensamento energético, aminoacídico e mineral das dietas de poedeiras leves acerca das características produtivas e de qualidade do ovo, com intuito de determinar melhores níveis de incrementos energético e de nutrientes, que proporcionem máxima rentabilidade e produtividade do sistema avícola de postura.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Produção de ovos no Brasil**

O Brasil ocupa o sexto lugar no ranking mundial de produção de ovos (3%) (BRITO et al., 2021), com uma produção em 2022 de cerca de 4,58 bilhões de dúzias (ABPA, 2022). Essa produção destina-se quase que exclusivamente ao mercado interno (99,54%), onde as exportações de ovos brasileiros, em 2022, representaram apenas 0,46% da produção nacional (ABPA, 2022).

Sob essa ótica, a produção mundial de ovos de mesa, em 2021, apresentou acréscimos de 26,78% em relação a 2010, o que equivaleu a 18,50 milhões de toneladas. Além disso, essa produção gerou, para economia brasileira, ganhos de valor bruto de produção (VBP) de 17,7 bilhões de reais (SOARES e XIMENES, 2022). Vale acrescentar que, a produção de ovos teve aumento considerável, de 2007 a 2020, especialmente nos estados de Mato Grosso, Piauí, Espírito Santo, Pernambuco, Ceará, Mato Grosso do Sul, Goiás, Rio Grande do Norte e Bahia (MOURA et al., 2022).

O crescimento do setor decorreu do aumento significativo do consumo de 148 unidades per capita/ano, em 2010, para 251 unidades, em 2020, e 257 unidades per capita/ano, em 2021, superando a média mundial de 230 ovos por habitante/ano (ABPA, 2022). Dessa forma, os fatores que contribuíram para esse impulso expressivo desse setor referem-se à mudança do perfil alimentar dos brasileiros, à versatilidade do ovo e ao aumento dos preços de outras fontes de proteína animal (SOARES e XIMENES, 2022).

A produção de ovos entre os estados brasileiros, de acordo com a ABPA (2021), concentra-se, sobretudo, nos estados de São Paulo (1,14 bilhão de dúzias), Paraná (360,64 milhões de dúzias), Espírito Santo (359,802 milhões de dúzias), Minas Gerais (351,277 milhões) e Rio Grande do Sul (279,617 milhões). Assim, apesar de a produção de ovos abranger, principalmente, a região Centro-Sul, as regiões Norte e Nordeste vêm, progressivamente, aumentando a participação nesse setor, devido à alta demanda do mercado consumidor.

Os estados de Mato Grosso (44,78%), Minas Gerais (19,51%), Rio Grande do Sul (17,62%) e São Paulo (10,22%) representam os principais exportadores de ovos, principalmente, para o Oriente Médio. A exportação de ovos ocorre sobretudo na forma *in natura* (69,70%). Entretanto, os Estados de São Paulo (29,63%), Minas Gerais (10,54%), Espírito Santo (9,17%) e Pernambuco (8,19%) são aqueles que mais alojam pintainhas no país, 2021 (ABPA, 2022).

A avicultura de postura apresenta-se fortemente presente no Nordeste, respondendo por cerca de 16,98% da produção nacional, cujos maiores alojamentos se concentram nos estados de Pernambuco (8,19%), Ceará (5,26%) e Bahia (1,67%). Essa região obteve faturamento - com exportações, voltadas a 40 países - de cerca de US\$ 110 mil, o que correspondeu ao acréscimo de 25,50% em relação ao mesmo período de 2021 (SOARES e XIMENES, 2022). Isso salienta que há ainda enorme potencial de expansão da avicultura de postura na região Nordeste.

## **2.2 Processos fisiológicos envolvidos na formação do ovo**

A formação do ovo requer o transporte e a mobilização de grandes quantidades de nutrientes orgânicos e inorgânicos, bem como a ativação das vias anabólicas para a biossíntese dos compostos orgânicos, sobretudo, para síntese de proteínas e lipídios, a serem incluídos na constituição do ovo (PROUDMAN, 2004). Porém, para que isso ocorra, deve-se haver inicialmente a liberação de hormônios específicos pelo eixo

hipotálamo-hipófise-gonadal (HHG), centro responsável pelo controle reprodutivo das aves.

Esse sistema libera os hormônios FSH (Hormônio Folículo Estimulante), responsável pelos recrutamentos dos ovócitos e pelo estímulo da síntese de estrógeno, e LH (Hormônio Luteinizante), responsável pela indução da produção de progesterona no folículo maduro e pela ovulação. Nesse contexto, a ovulação, em galinhas poedeiras, ocorre aproximadamente em intervalos diários (RUTZ et al., 2007; GHERARDI e VIEIRA, 2018).

O sistema reprodutor feminino é composto pelo ovário e pelo oviduto. Este se divide em cinco regiões: infundíbulo, magno, istmo, útero e vagina. Nesse aspecto, o ovário é responsável pela formação do folículo e pela produção de hormônios esteroides, por exemplo, progesterona, que estimula a secreção de albúmen e o pico de LH, e estrogênio, que induz a síntese dos componentes da gema no fígado e a mobilização de cálcio dos ossos medulares para a glândula da casca (útero) (RUTZ et al., 2007).

O infundíbulo é responsável por captar o óvulo, após a ovulação, bem como é, nessa região do oviduto, que ocorre a fecundação, caso haja espermatozoides. Assim, do infundíbulo, o óvulo segue para o magno, região responsável pela secreção e incorporação do albúmen. Posteriormente, segue para o istmo - onde há formação das membranas da casca -, e para o útero, também chamado de glândula da casca, o qual é responsável pela formação da casca do ovo e pela deposição da cutícula. Por fim, o ovo segue para a vagina - canal de passagem do ovo do útero à cloaca -, o qual é expelido pela cloaca, para meio externo (GARCIA e FERNÁNDEZ, 2001; SEST, 2003; RUTZ et al., 2007).

Nessa linha, o estrogênio, liberado pelo ovário, atua tanto na regulação da expressão dos genes, envolvidos com a formação de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) nos hepatócitos, quanto na ativação da biossíntese de triacilglicerídeos e de fosfolipídeos (DASHTI et al., 1983), bem como de apoproteínas (CAPONY e WILLIAMS, 1980). A vitelogênese ou a formação da gema do ovo processa-se no interior de um folículo ovariano. Durante este processo, há intenso metabolismo lipídico no fígado da ave (JOHNSON, 2000).

Os precursores da gema são sintetizados inicialmente no fígado, como: as lipoproteínas, especificamente, a VLDL (lipoproteína de muito baixa densidade), e

vitelogenina, em resposta ao estrogênio. Esses componentes são transportados pela corrente sanguínea até o ovário, onde são incorporados aos folículos, em fase de maturação, para posterior formação do vitelo (ETCHES, 1996; JOHNSON, 2000). Nesse sentido, a deposição da gema é um processo contínuo, que favorece o acréscimo em volume dos folículos (ETCHES, 1996).

Com a ruptura do folículo dominante, libera-se o óvulo, o qual representa a gema do ovo (JOHNSON, 2006). Cerca de 6 horas após o pico de LH e de 15 a 45 minutos, o óvulo é recolhido pelo infundíbulo, no qual adiciona a membrana vitelínica e a chalaza ao óvulo. Esta corresponde a espessamentos de albúmen, dispostos nos polos dos ovos, na forma de cordões em espiral, cuja função é de centralizar a gema, mantendo-a suspensa no albúmen. Enquanto, a membrana vitelínica é a camada que reveste a gema e apresenta a função de protegê-la de rupturas (SAMUELSON, 2007; PARIZZI et al., 2008; JUNG et al., 2011).

O ovo segue para o magno, onde ocorre a produção e secreção dos componentes proteicos do albúmen, sob a regulação de hormônios esteroides sexuais. Essa síntese proteica processa-se em grande parte nas glândulas tubulares da mucosa do oviduto, havendo a formação da ovoalbumina, ovotransferrina, lisozima e ovomucóide, sob a ação do estrogênio. Essas proteínas são armazenadas em grânulos e são liberadas, quando há a passagem do ovo pelo magno. Por outro lado, a proteína avidina é sintetizada nas células do tipo taça, sob a influência da progesterona e de estrogênio (SESTI, 2003).

O ovo em formação, quando deixa o magno, segue para o istmo, a porção mais curta do oviduto. Nessa porção, há deposição de fibras proteicas que constituirão as membranas interna e externa da casca do ovo. Essas membranas são depositadas internamente entre a casca e o albúmen (SESTI, 2003; MAZZUCO, 2008). Após isso, o ovo segue para útero, onde ocorre a formação da casca do ovo, pela deposição de cálcio que se processa no período noturno, quando não há consumo ou há baixo consumo de alimentos. A habilidade das poedeiras em depositar ou armazenar cálcio para futura formação da casca do ovo é limitada. A maioria das poedeiras tem reserva de cálcio nos ossos suficientes para 4 a 5 ovos, porém, a máxima qualidade da casca não pode ser mantida nem mesmo por um dia sem cálcio na dieta, caso tenha apenas cálcio ósseo disponível para formação da casca (ROLAND, 1986). Para isso, há indução da síntese da proteína calbindina-D28k, pela glândula da casca, cuja função é o transporte do cálcio

para o útero, uma vez que essa proteína apresenta alta afinidade pelo cálcio (IEDA et al., 1995).

O ovo permanece no útero por 20 horas. Dentre esse período, cerca de 6 horas, há incorporação de um líquido aquoso, produzido pela região do colo, que resulta em um aumento de duas vezes da massa da clara do ovo. Porém, esse acréscimo do conteúdo da clara pode continuar durante todo o período que o ovo permanecer na glândula da casca. Ademais, no útero, há formação da casca do ovo, que tem início no istmo, onde ocorre a formação de pequenas projeções da membrana externa da casca. Na glândula da casca, o crescimento dos cristais de cálcio processa-se em uma taxa constante de mineralização de aproximadamente 300 mg de cálcio por hora (JONHSON, 2006).

O oviduto não armazena cálcio, por isso há remoção de cerca de 20% do cálcio sanguíneo para o útero, com a passagem do ovo nessa região (JONHSON, 2006). O cálcio presente na casca dos ovos (39%), na forma de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), contém proteínas, como o colágeno do Tipo I, V e X, nas membranas da casca, as proteoglicanas e as glicoproteínas. Antes da postura, o ovo recebe uma camada protetora, chamada de cutícula, que protege os poros distribuídos ao longo da superfície da casca, a qual representa primeira barreira contra a contaminação bacteriana. Com a postura do ovo, forma-se a câmara de ar entre as membranas, em um dos polos do ovo (MAZZUCO, 2008).

Depois que o ovo deixa a glândula da casca segue para a vagina, o órgão responsável pela passagem do ovo para a cloaca. A oviposição ocorre aproximadamente de 24 a 26 horas após a ovulação, a qual é estimulada por prostaglandinas e hormônios da pituitária posterior. Dentre as prostaglandinas, destacam-se a  $\text{PGF}_{2a}$  e a  $\text{PGE}_2$ , esta atua na abertura útero-vaginal, enquanto aquela atua na contração do útero da ave (BENEZ, 1998).

### **2.3 Processos bioquímicos envolvidos na determinação da qualidade do ovo**

A qualidade do ovo é determinada pela qualidade da casca, pela qualidade interna, pela resistência à manipulação, pela idade das aves, pela nutrição, pela genética e pelas condições sanitárias das aves (PIRES et al., 2015). Dessa forma, a qualidade configura-se como uma medida das características apreciadas e requeridas pelos consumidores, perceptíveis por meio dos atributos sensoriais, nutricionais, tecnológicos, sanitários, ausência de resíduos químicos, étnicos e de preservação ambiental. Essas variáveis, ao

serem consideradas, devem atender às necessidades de todos os elos da cadeia da avicultura de postura (ALCÂNTARA, 2012).

Assim, para os produtores, a qualidade do ovo está relacionada com o peso e aparência da casca, por exemplo, sujeira, defeito, trincas e manchas de sangue. Enquanto, para os consumidores, o prazo de validade e as características sensoriais, como a cor da gema e da casca, destacam-se entre outras características. Por outro lado, para os processadores, a qualidade significa praticidade de remoção da casca, cor da gema e propriedades funcionais (ALLEONI e ANTUNES, 2001). Logo, cada elo da cadeia produtiva apresenta necessidades distintas, contudo todos almejam o mesmo, ou seja, um ovo de qualidade.

Um dos maiores problemas relacionados à qualidade dos ovos diz respeito às trincas na casca, o que, no Brasil, conforme dados de 2021, reforçados com dados atuais de 2021, da União Brasileira de Avicultura (UBA), representa cerca de 7,4% das perdas de ovos do país, resultando em perdas anuais de 1,7 bilhões de ovos. Estima-se ainda que esse percentual seja similar atualmente. Como a casca é considerada a embalagem natural do ovo, trincas ou deformações na casca sujeitam à contaminação da parte interna do ovo (SARCINELLI et al., 2021).

A qualidade física do ovo abrange diferentes aspectos, que se relacionam a três componentes principais: o albúmen, que corresponde a cerca de 60%; a gema, que representa em torno de 30%; e a casca, que corresponde a aproximadamente 10% do ovo. Há diversos fatores que definem a qualidade do ovo, como: peso, altura da câmara de ar, espessura e resistência da casca, espessura do albúmen, índice de gema e Unidade Haugh (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2013).

À medida que as poedeiras envelhecem, aumenta-se o tamanho do ovo e reduz-se o peso e a espessura da casca. Esse decréscimo da espessura da casca está relacionado à menor atividade enzimática da anidrase carbônica ou à menor absorção intestinal do cálcio, mobilização óssea e menor taxa de retenção desse mineral (VILELA et al., 2016). Isto é, a idade da ave interfere diretamente na qualidade do ovo, uma vez que há alterações dos parâmetros de qualidade.

Ademais, com o envelhecimento das poedeiras, há redução do percentual de umidade da gema, da proteína e do pH do albúmen, como também ocorrem acréscimos

do teor de extrato etéreo ou do conteúdo de sólidos da gema (SARTORI et al., 2009; VILELA et al., 2016). Portanto, a idade das aves não somente afeta a qualidade externa dos ovos, mas também impacta a qualidade interna, ao alterar a participação dos compostos orgânicos e inorgânicos que fazem parte da composição do ovo, o que afeta negativamente o tempo de vida útil do ovo.

O aumento das trocas gasosas entre o ovo e meio externo contribui para as reações de hidrólise das ligações peptídicas das proteínas do albúmen, mediante enzimas presentes no próprio albúmen, desfazendo a estrutura conformacional proteica (AHN et al., 1997). Essa reação de lise pela inserção da molécula de água explica a redução do conteúdo de proteínas e do pH do albúmen, o que configura processos de deterioração da qualidade do ovo.

#### **2.4 Principais componentes da dieta de aves de postura**

Embora haja diversas recomendações nutricionais para formulação de dietas destinadas às aves de postura, os níveis de nutrientes recomendados, como de proteínas, aminoácidos e minerais, podem estar superestimados ou subestimados, uma vez que, as respostas das aves variam com a linhagem, o que salienta a necessidade de conhecer as exigências nutricionais das aves, a fim de adequar a concentração de nutrientes às demandas dietéticas das aves (RIBEIRO, 2009; FANHANI, 2011).

A energia inerente aos nutrientes decorre das reservas energético-proteicas, presentes nos alimentos tanto de origem animal quanto vegetal. Esse valor energético dos alimentos pode ser mensurado por meio da bomba calorimétrica, resultando no valor de energia bruta. Contudo, para as aves, a medida de energia mais comumente utilizada é a de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), a qual corresponde à diferença da energia bruta dos alimentos pela energia perdida na forma de excretas (fezes + urina) (RIBEIRO, 2009). A energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio difere da energia metabolizável aparente pela correção associada ao balanço de nitrogênio. Essa correção baseia-se no fato de que, em aves em crescimento, a proteína retida no organismo não contribui para a energia das fezes e da urina. O objetivo dessa correção é padronizar e reduzir a variação nos valores de energia metabolizável dos alimentos medidos em diferentes condições.

Nesse contexto, o consumo de ração pelas poedeiras variam com a linhagem, o peso corporal, a temperatura ambiente, a idade, a composição, a concentração de

nutrientes e o nível de energia das rações (RIBEIRO, 2009). Portanto, os níveis de EMAN exigidos pelas aves de postura dependem diretamente do peso corporal das aves (peso metabólico), do ganho de peso diário e da massa de ovo produzida (ROSTAGNO et al., 2005).

Os ingredientes que compõem a ração das aves são formados por compostos orgânicos, como proteínas, carboidratos, lipídeos e vitaminas, e inorgânicos, por exemplo, minerais. Todos esses nutrientes devem estar em quantidades adequadas na dieta, para suprir as exigências tanto de manutenção quanto de produção, já que esses compostos orgânicos e inorgânicos integram o metabolismo das aves de forma direta ou indireta, servindo de substratos ou de precursores de vias anabólicas, e de cofatores enzimáticos.

Entre os diversos nutrientes presentes nas dietas das aves, destacam-se as proteínas, devido ao elevado custo de aquisição (BRUMANO et al., 2010). Nesse sentido, com a finalidade de minimizar os custos de produção, formulam-se as rações, para as aves, por meio de aminoácidos industriais específicos, já que as aves não requerem proteína, mas sim os aminoácidos que compõem essas proteínas (ANDRADE et al., 2004; VIEIRA, 2012). O conceito de proteína ideal foi primeiro definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento. De acordo com Parsons & Baker (1994), proteína ideal é uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição protéica com máxima eficiência. Segundo Penz (1996), para ser ideal, a proteína ou a combinação não deve possuir aminoácidos em excesso. Assim, os aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima deposição protéica.

O consumo de ração não é necessariamente controlado pelo nível protéico da ração. Baker (1993) afirma que ocorre aumento no consumo alimentar em rações com baixo nível de proteína bruta; entretanto, se o nível protéico for exageradamente alto ou baixo, a ave terá melhor consumo em um nível intermediário (DUKE, 1996). Nesse sentido, a alta inclusão de ingredientes proteicos pode piorar a conversão alimentar, uma vez que, as aves necessitam de energia para excretar o excesso de amônia. Ademais, há

perda no desempenho produtivo, haja vista que, a energia que deveria ser destinada à produção é utilizada para liberação de nitrogênio, que é o elemento que mais impacta nos custos de produção.

A energia presente nos alimentos, resultante das transformações dos nutrientes durante o metabolismo, é um dos fatores mais importantes na nutrição animal (RODRIGUES et al., 2002). Dentre os constituintes dos alimentos, os carboidratos, os lipídeos, as proteínas e as fibras são precursores de energia para o organismo animal (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Esse requerimento energético das aves de postura varia quanto ao peso corporal, à fase de produção, ao tamanho de ovo, à linhagem e à temperatura ambiente (COON, 2002).

Geralmente, utiliza-se o nível de energia como parâmetro de fixação dos demais níveis dos outros nutrientes (COSTA et al., 2009), uma vez que, a energia é responsável pelos maiores gastos. Assim, a inclusão de dietas isoenergéticas em níveis elevados resulta, além de gastos excessivos, no aumento da mortalidade e na redução do desempenho das aves (RIBEIRO et al., 2011). Nesse sentido, salienta a utilização da energia como unidade padrão para determinação dos demais nutrientes que compõem a dieta das aves.

## **2.5 Adensamento energético aplicado à dieta de poedeiras**

O conhecimento da composição química e da energia metabolizável (EM) dos ingredientes que compõem a dieta é fundamental, uma vez que, dietas desbalanceadas acarretam aumento dos custos de produção, bem como comprometem o desempenho produtivo e reprodutivo das aves (BRUM et al., 2000). Além disso, a genética das aves pode influenciar no aproveitamento de nutrientes da ração (SIBBALD e SLINGER, 1963), o que ressalta a necessidade da determinação da EM dos alimentos, a fim de obter melhor eficiência na formulação de rações para diferentes linhagens.

Além do genótipo, a idade das aves é outro fator que influencia nos valores de EM exigidos pelas aves (FREITAS, 2003), visto que os nutrientes dos alimentos não são igualmente utilizados pelas diferentes categorias de aves (ALBINO e SILVA, 1996; PENZ JUNIOR et al., 1999). Contudo, tem-se utilizado, normalmente, um único valor energético das rações para todas as fases de criação das aves de postura, ou seja, desconsiderando que a digestibilidade dos nutrientes, em especial de lipídeos, é distinta

em relação às fases produtivas das aves. Isso acarreta desperdício de nutrientes e, por conseguinte, perdas econômicas e produtivas da atividade.

Os alimentos, por si só não possuem energia, esta decorre de diversas reações bioquímicas que ocorrem no organismo do animal, a exemplo da oxidação de moléculas de carboidratos e lipídeos, mas também de proteínas, em menor escala (NRC, 1994). Para as aves, a medida de energia mais comumente utilizada é a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn), que é dada pela diferença entre a energia bruta dos alimentos e a energia presente nas excretas (fezes+ urina) (RIBEIRO et al., 2011).

Ao haver aumento do nível energético da dieta, deve-se, em regra, promover acréscimos dos níveis de proteínas, visto que a energia é o principal fator limitante ao consumo de ração (LEESON e SUMMERS, 2001). Nesse contexto, os níveis de EMAn, exigidos pelas aves de postura, são diretamente dependentes do peso corporal das aves (peso metabólico), do ganho de peso diário e da massa de ovo produzida (ROSTAGNO et al., 2005).

Nesse sentido, o aumento da densidade energética pode afetar as características produtivas das aves, como observado por Rosniecek et al. (2015), os quais constataram redução do consumo de ração, ao aumentar o nível energético da ração para poedeiras (2400, 2600, 2800, 3000 e 3200 kcal/kg). Conforme, Costa et al. (2009) observaram que o aumento dos níveis de EM influenciaram negativamente a conversão energética e o peso do ovo, contudo não verificaram alterações na produção de ovos, na conversão alimentar, na massa de ovos, no peso da gema e da casca, na percentagem de gema e de clara, na gravidade específica e no ganho de peso.

Já Wu et al. (2007) observaram que o adensamento energético (2750, 2875 e 3000 kcal/kg de EMAn), em poedeiras jovens, de 21 a 36 semanas de idade, ocasionou a redução do consumo de ração e acréscimos no peso do ovo e na massa dos ovos, devido à inclusão de gorduras à dieta, com destaque para os níveis de 2875 e 3000 kcal/kg. Entretanto, influenciou positivamente a conversão alimentar, o peso da gema e do albúmen, como também os sólidos da gema, da clara e do ovo inteiro. Entretanto, o incremento energético não afetou a produção de ovos, a viabilidade, a composição percentual de gema, clara e casca, bem como a coloração da gema. Além disso, influenciou negativamente a unidades Haugh e a qualidade da casca do ovo, prejudicando

a qualidade do ovo, uma vez que a casca do ovo é considerada a embalagem natural do ovo.

No entanto, Costa et al. (2004), ao avaliar o incremento energético (2700, 2800 e 2900 kcal/kg de EMAn) em poedeiras de 43<sup>a</sup> a 55<sup>a</sup> semana de idade, constataram que o adensamento energético não influenciou significativamente a produção de ovos, a massa de ovos, a conversão alimentar, o peso do ovo, o peso da gema e a porcentagem da gema, contudo proporcionou acréscimos lineares do peso e da porcentagem do albúmen. Além disso, acarretou diminuição linear do peso e porcentagem da casca do ovo.

Em relação ao incremento proteico, Rabello et al. (2007), ao avaliar a inclusão de óleo de soja (1, 2, 3 e 4%) em dietas isoenergéticas, com poedeiras Hisex Brown de 40 semanas de idade, não observaram diferenças significativas no que se refere ao peso vivo das aves, ao consumo de ração, ao consumo de EMAn, ao consumo de proteína, à produção de ovos, à massa de ovos e à conversão alimentar por dúzia de ovos, todavia verificaram acréscimos lineares quanto ao peso dos ovos. Vale acrescentar ainda que esses autores identificaram um efeito quadrático decrescente em relação à conversão alimentar, à conversão de proteína e à conversão de energia.

Como as aves podem ajustar a ingestão de alimentos segundo a quantidade de energia da ração dietéticos (PANDA et al., 2011; RIBEIRO et al., 2014), têm-se desenvolvido muitos estudos, no sentido de avaliar as implicações do desempenho produtivo e da qualidade do ovo de poedeiras devido a mudanças na densidade dos componentes. Nesse contexto, Ribeiro et al. (2014), ao estudar a concentração energética da ração para poedeiras Leghorn, observaram redução linear do consumo de ração e da produção de ovos, à medida que se aumentavam os níveis energéticos das rações, de 2700 a 3000 kcal/kg.

Esses autores atribuíram a queda de produtividade, em decorrência da baixa ingestão de nutrientes limitantes, como: aminoácidos, proteínas e minerais. Por outro lado, Leeson et al. (2001) constataram que a densidade da dieta pode ser reduzida em até 10%, sem que haja efeito negativo em relação à produção de ovos ou ao peso. Além disso, essa redução resultou em um aumento de 20% no consumo de ração pelas galinhas poedeiras Shaver White de, 19 a 67 semanas de idade, embora se tenha observado, redução significativa da massa de ovos, com o decréscimo de 15% da densidade

energética. Já Panda et al. (2011) observaram que o aumento da densidade de nutrientes em até 7,5% não interferiu na produção e no peso dos ovos.

Sob esse aspecto, o teor adequado de energia dietética pode afetar significativamente o custo de produção e a rentabilidade da atividade (WU et al., 2005). Nesse sentido, diversos trabalhos alinham o efeito do adensamento de nutrientes ao desempenho de aves de postura, como Wu et al. (2007), que constataram adequação linear do consumo de ração, da massa de ovos e da conversão alimentar, com aumento do adensamento de nutrientes dietéticos.

Os níveis de EMAn requeridos por poedeiras dependem diretamente do peso corporal das aves (peso metabólico), do ganho de peso diário e da massa de ovo produzida (ROSTAGNO et al., 2005). Logo, a equação para determinação desses teores deve considerar os parâmetros de peso corporal, ganho de peso da ave, peso médio dos ovos e temperatura ambiente.

Nesse contexto, Wu et al. (2008), ao promover incremento energético (2776, 2820, 2864 e 2908 kcal/kg de EMAn) em poedeiras brancas com 55 semanas de idade, verificaram que os acréscimos energéticos não afetaram a produção de ovos, o consumo de ração, a massa de ovos, a conversão alimentar, o consumo de energia e o peso vivo das aves, no entanto promoveram ganhos lineares no peso dos ovos. Além disso, não observaram influência dos níveis de EMAn em relação às variáveis de qualidade dos ovos: peso específico, medida de unidades Haugh, peso das cascas, sólidos da gema e cor da gema.

Entretanto, Junqueira et al. (2006), ao avaliar os efeitos dos níveis de EMAn (2850, 2950 e 3050 kcal/kg) em poedeiras na fase final de postura (76 semanas), não observaram diferenças significativas referentes ao desempenho e à qualidade de ovos, exceto para a percentagem da casca, que decresceu linearmente com o aumento dos níveis de EMAn. Esses trabalhos sugerem que as respostas das aves, em relação ao desempenho produtivo e às características de qualidade do ovo, variam com a linhagem e com a fase de vida das aves, o que salienta a necessidade de ajustar o nível energético das rações às fases de crescimento e ao desenvolvimento reprodutivo, a fim de respeitar à progressão fisiológica desses animais.

De acordo com Wu et al. (2008), vários fatores ligados à dieta podem afetar diretamente o consumo de ração nas aves, como: a forma física da ração, o nível de inclusão de alguns alimentos, temperatura ambiente, linhagem, além dos níveis nutricionais.

O controle do consumo de ração é bastante complexo e propõe cinco teorias sobre a regulação do consumo em aves, que são: teoria glicostática, teoria termostática, distensão gastrointestinal, teoria dos aminoácidos circulantes e mecanismos lipostáticos. No geral, a teoria termostática é associada com a regulação da temperatura corporal das aves frente às oscilações da temperatura ambiente. De acordo com Ribeiro et al. (2014), o conceito baseia-se na utilização do calor da metabolização do alimento consumido para equilibrar a homeotermia. Dessa forma, o consumo de alimento é estimulado em situações de temperatura ambiente abaixo da zona de conforto e desestimulado quando a temperatura ambiente eleva acima da zona de conforto. Outra teoria seria o consumo de alimento para atender as exigências de aminoácidos, na qual os níveis de aminoácidos circulantes influenciariam na ingestão de ração. Dietas desbalanceadas em aminoácidos levam à redução no consumo com modificações no comportamento de ingestão. Quando são oferecidas dietas com diferentes composições proteicas as aves tendem a regular o consumo das diferentes dietas, a fim de satisfazer suas exigências aminoacídicas (ROSTAGNO et al., 2005).

Com relação à teoria lipostática, consideramos que as aves possuem uma quantidade mínima de gordura corporal e o consumo irá aumentar até que as reservas mínimas de energia corporal sejam atingidas. Portanto, o consumo será reduzido uma vez que o nível mínimo de gordura seja alcançado.

Outro fator levado em consideração diz respeito à distensão gastrointestinal, fato este que também afetaria a regulação do consumo. Baseia-se na presença de receptores de distensão no papo e moela sensíveis à pressão que, quando distendidos, estimularão o centro de saciedade (LEESON e SUMMERS, 2001). Por fim, a última teoria proposta é a glicostática, no qual considera o nível sanguíneo pós-prandial de glicose que chega no fígado. A hipoglicemia estimula o centro nervoso para o aumento de consumo de alimento, enquanto altas taxas de glicose sanguínea estimulam o centro da saciedade, ou seja, as aves geralmente apresentam aumento de consumo de ração compensatório em dietas de baixo conteúdo energético.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, p.76, p.914-19, 1997.
- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. Viçosa - MG, 1991. 141p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. 1996, Viçosa. *Anais..* Viçosa: UFV, 1996. p.361-38, 1996.
- ALCÂNTARA, J.B. **Qualidade físico-química de ovos comerciais: avaliação e manutenção da qualidade**. 2012. 36f. Tese (Doutorado em Ciência Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.681-685, 2001.
- ANDRADE, L. et al. O uso de rações com diferentes níveis de proteína suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase pós pico de produção. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2003, Campinas. *Anais...* Campinas: APINCO, 2004. p. 54.
- Associação Brasileira de Proteína Animal. (2022). **Relatório Anual**. <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-vf.pdf>
- BAKER, D. H. Amino acid nutrition of pigs and poultry. In: COLE, D. J. A.; HARESING, W.; GARNWORTH, P. C. **Recent developments in pig nutrition**. 2. ed. Lough barangh: Nottingham University, 1993. p. 60-75.
- BARRETO, S.L.; QUIRINO, B.J.S.; BRITO, C.O.; UMIGI, R.T.; ARAUJO, M.S.; COIMBRA, J.S.R.; ROJAS, E.E.G.; FREITAS, J.F.; REIS, R.S. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.36, n.1, p.79–85, 2007.
- BENEZ, S. M. **Aves: Criação clínica teórica prática, silvestres ornamentais avinhados. Anatomia e fisiologia das aves**. São Paulo, Roben Editorial. p. 18-91, 1998.
- BRITO, B.G.; REIS, I.; BRITO, K.C.T.; CAVALLI, L.S.; ALVES, A.M.; SILVEIRA, A.V.G.; OLIVEIRA, J.D.A.; BOEIRA, J.F. **Produção e curiosidades sobre o ovo**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2021. 26 p.
- BRUM, P.A.R.; ZANOTTO, D.L.; LIMA G.J.M.M.; VIOLA, E.S. Composição química e energia metabolizável de ingredientes para aves. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.35, n.5, p.995-1002, 2000.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GENEROSO, R.A.R.; SCHMIDT, M. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.

BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; ROCHA1, T. C.; MELLO, H.H.C. Níveis de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1984-1992, 2010.

CAPONY, F., WILLIAMS, D.L. Apolipoprotein B of avian very low density lipoprotein: characteristics of its regulation in nonstimulated and estrogen-stimulated rooster. **Biochemistry**, v.19, n.10, p.2219-2226, 1980.

COON, N.C. **Feeding egg-type replacement pullets**. In: BELL, D. D. Commercial chicken meat and egg production 5th. Massachusetts: Kluwer Academic, 2002. p.287-393.

COSTA, F.G.P.; QUIRINO, B.J.S.; GIVISIEZ, P.E.N.; SILVA, J.H.V.; ALMEIDA, H.H.S.; COSTA, J.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; GOULART, C.C. Poedeiras alimentadas com diferentes níveis de energia e óleo de soja na ração. **Archivos de zootecnia**, v.58, n.223, p.405-441, 2009.

COSTA, F.G.P.; SOUZA, H.C.; GOMES, C.A.V.; BARROS, L.R.; BRANDÃO, P.A.; NASCIMENTO, G.A.J.; SANTOS, A.W.R.; AMARANTE JUNIOR, V.S. Níveis de Proteína Bruta e Energia Metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Holman Brown. **Ciência e Agro tecnologia**, Lavras, v.28, n.6, p. 1421-1427, 2004.

DASHTI, N.; KELLEY, J.L.; THAYER, R.H.; ONTKO, J.A. Concurrent inductions of avian hepatic lipogenesis, plasma lipids, and plasma apolipoprotein B by estrogen. *Journal of lipid research*, v.24, n.4, p.368-380, 1983.

DUKE, G. E. **Digestão nas aves**. In: Fisiologia dos animais domésticos. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

ETCHES, R.J. **Reproduction in poultry**. Wallingford: CAB International; 1996.

FANHANI, J.F. **Avaliação de diferentes programas nutricionais e desenvolvimento de modelos matemáticos para predição do desempenho, características de carcaça de frangos de corte machos e elaboração de análises econômicas**. 2011. 61 p. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

FARIA, D.E.; SANTOS, A.L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 2º, 2005, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: Ltda, p.315-329, 2005.

FREITAS, H.J. **Avaliação de programas de iluminação para poedeiras leves e semipesadas**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2003.

GHERARDI, S.R.M.; VIEIRA, R.P. Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo: revisão de literatura. **Nutritime Revista Eletrônica**, on-line, Viçosa, v.15, n.3, p.8172-8181, 2018.

GARCIA, S.M.L.; FERNÁNDEZ, C.G. **Embriologia**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. 416p.

- IEDA, T.; SAITO, N.; ONO, T.; SHIMADA, K. Effects of presence of an egg and calcium deposition in the shell gland on levels of messenger ribonucleic acid of CaBP-D28K and of vitamin D3 receptor in the shell gland of the laying hen. **General and comparative endocrinology**, v.99, n.2, p.145-151, 1995.
- JUNG, J.G.; LIM, W.; PARK, T.S.; KIM, J.N.; HAN, B. K.; SONG, G.; HAN, J.Y. Structural and histological characterization of oviductal magnum and lectin-binding patterns in *Gallus domesticus*. **Reprod Biol Endocrinol**, v.9, p.62, 2011.
- JOHNSON, A.L. **Reproduction in the female**, p. 569-591. In: Whittow, G.C. (ed.) *Sturkie's Avian Physiology*. 5<sup>a</sup> ed. Academic Press, San Diego, Califórnia, 2000.
- JOHNSON, P.A. **Reprodução de Aves**. In: Reece, W.O. Dukes, *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12<sup>a</sup> ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2006, p. 691-701.
- JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S. Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. **J.App. Poul. Res.**, v.15, p.110-115, 2006.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Canada: University Books, 2001. 591p.
- LIMA NETO, R.C.; COSTA, F.G.P.; SILVA, J. H. V. et al. Níveis de proteína bruta e de energia metabolizável para frangas de postura semipesadas de 1 a 18 semanas de idade. *Ciência Agrotécnica*. Lavras, v.32, n.1, p.258-266, 2008.
- MAZZUCO, H. Ovo: alimento funcional, perfeito à saúde. **Avicultura Industrial**, n.2, p.12-16, 2008.
- MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; SOUZA, R.M.; CALDERANO, A.A. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.38, n.5, p.863-868, 2009.
- MICHELL HH. *Comparative nutrition of man and domestic animals*. **New York: Academic Press**, 1964.
- MOURA, J.B.; FEIL, M.A.A.; GARCIA, R.G.; ADORNO, L.S.B.; MONTEIRO, C.E.O.; SGAVIOLI, S. Produção e exportação de ovos de poedeiras comerciais no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n.12, p.1-11, 2022.
- National Research Council – NRC. 1994. **Nutrient requirements of poultry** - 9ed. Washington, D. C., National Academy of Science. 157pp. (Nutrient requirements of domestic animals).
- OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: UFLA, 2013. 223p.
- PANDA, A.K.; RAMA RAO, S.V.; RAJU, M.V.L.N. et al. Effect of nutrient density on production performance, egg quality and humoral immune response of brown laying (Dahlem Red) hens in the tropics. **Tropical Animal Health Production**, v.44, p.293-299, 2011.

PARIZZI, R.C.; SANTOS, J.M.; OLIVEIRA, M.F.; MAIA, M.O.; SOUSA, J.A.; MIGLINO, M.A.; SANTOS, T.C.D. Macroscopic and microscopic anatomy of the oviduct in the sexually mature rhea (*Rhea americana*). **Anatomia, histologia, embryologia**. v.37, n.3, p.169-176, 2008.

PARSONS CM, HASHIMOTO K, WEDEKIND KJ, HAN Y, BAKER DH. Effect of overprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal. *Poultry Science* 1992; 71:133-140.

PENZ JÚNIOR, A.M.; VIEIRA S.L. **Nutrição na primeira semana**. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998. Campinas. Anais...Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. p.121-39.

PENZ JR AM. O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos. In: Congresso Internacional De Zootecnia; Porto Alegre, RS. Brasil. 1996. 71-85p.

PIRES, M.F.; PIRES, S.F.; ANDRADE, C.L.; CARVALHO, D.P.; BARBOSA, A.F.C.; MARQUES, M.R. Fatores que afetam a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. **Nutritime Revista Eletrônica, on-line**, Viçosa, v.12, n.6, p.4379-4385, 2015.

PROUDMAN, J.A. Reprodução em Aves: Machos e Fêmeas - Reprodução da Fêmea. In: Hafez, B. **Reprodução Animal**. 7ª ed. Manole, Barueri, SP, p.242-255, 2004.

RABELLO, C.B.V.; PINTO, A.L.; SILVA, E.P.; LIMA, S.B.P. Níveis de óleo de soja na dieta de poedeiras comerciais criadas em região de alta temperatura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.2, n.2, p.174-182, 2007.

REVISTA DO OVO. Campinas: **Mundo Agro Editora**, v. 7, n. 62, jun. 2021. (Saúde avícola na postura: edição especial).

RIBEIRO, P.A.P. Efeitos dos Níveis de Energia Metabolizável sobre o Desempenho, Qualidade e Custo de Produção de Ovos de Poedeiras. 2009. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária. Belo Horizonte, MG, 2009.

RIBEIRO, P.A.P.; BURBARELLI, M.F.C.; FERREIRA, N.T. et al. **Níveis de Energia Metabolizável para Poedeiras Comerciais**. In: SANTOS, M. V. et al. (org.). *Novos Desafios da Pesquisa em Nutrição e Produção Animal*. Pirassununga, SP:5D, 2011, p.231-246.

RIBEIRO, P.A.P.; MATOS JÚNIOR, J.B.; LARA, L.J.C.; ARAÚJO, L.F.; ALBUQUERQUE, R.; BAIÃO, N.C. Effect of dietary energy concentration on performance parameters and egg quality of white leghorn laying hens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.16, n.4, p.381-388, 2014.

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Valores energéticos da soja e subprodutos da soja, determinados com galos adultos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.

ROSNIECEK, M.; SCHNEIDER, A.; SOUZA, C.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C.E. Níveis de Energia Metabolizável Pós Pico para Poedeiras Leves Criadas em Galpões Abertos Durante o Período de Inverno. **Archives of Veterinary Science**, v.20, n.2, p.149-154, 2015.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELLE, J.L.; HANNAS, M.I.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 141p.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; XAVIER, E.G.; ROLL, V.F.B.; ROSSI, P. Avanços na fisiologia e desempenho reprodutivo de aves domésticas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n.3, p.307-317, 2007.

SAKOMURA, N.K.; BIANCHI, M.D.; PIZAURO JR., J.M. Efeito da idade dos frangos de corte na atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e soja integral. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.4, p.924-935, 2004.

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

SAMUELSON, D.A. **Textbook of veterinary histology**. Saunders-Elsevier, 2007, 546p.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; DA SILVA, L. C. Características dos Ovos. **Boletim Técnico - PIE-UFES:00707**. 2007.

SARTORI, E.V.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; CRUZ S.H.; GAZIOLA, S.A. Concentração de proteínas em gemas de ovos de poedeiras (*Gallus Gallus*) nos diferentes ciclos de postura e sua interferência na disponibilidade de ferro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.39, n.3, p.481-487, 2009

SESTI, L.A.C. **Órgãos reprodutivos e reprodução de aves domésticas**. In: MACARI, M., GONZALES, E. (ed.) Manejo da incubação. Campinas: FACTA. p.3-33, 2003.

SILVA, R.B.; FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; LOPES, I.R.V.; LIMA, R.C.; BEZERRA, R.M. Composição química e valores de energia metabolizável de subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.30, n.3, p.269–275, 2008.

SOARES, K.R.; XIMENES, L.F. Produção de Ovos. **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE**, ano.7º, n.244, p.1-13, 2022.

VIEIRA, D.V.G. **Redução Proteica com Suplementação de Aminoácidos para Galinhas Poedeiras e Codornas Japonesas**. 2012. 72f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias. Areia: UFPB/CCA, 2012.

VILELA, D.R.; CARVALHO, L.S.S.; FAGUNDES, N.S.; FERNANDES, E.A. Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais com cascas normal e vítrea. **Cienc. anim. bras.**, Goiânia, v.17, n.4, p.509-518, 2016.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBA. **Relatório anual 2007/2008**, Brasília, DF, 2007.

WU, G.; BRYANT, M.M.; GUNAWARDANA, P.; ROLAND S.D.A. Effect of nutrient density on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in eight commercial leghorn strain during phase one. **Poultry Science**. n.86, p.691-697, 2007.

WU, G.; GUNAWARDANA, P.; BRYANT, M.M.; ROLAND S.D.A. Influence of Dietary Energy and Antibiotic on Performance, Egg Solids, and Egg Quality in Bovans White and Dekalb White Hens. **J. Appl. Poult. Res.** v.17, p.323-330. 2008

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Avaliar as respostas de poedeiras leves em relação ao adensamento energético, aminoacídico e de minerais, adicionados às dietas.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Avaliar o efeito do adensamento de energia metabolizável, aminoacídico e de minerais nas dietas de poedeiras leves sobre as variáveis: consumo de ração (g/ave/dia); produção de ovos (%); ovo por ave alojada (unidade de ovos/ave alojada); peso do ovo (g); massa de ovo (g); conversão por massa de ovo (kg/kg); conversão por dúzia de ovos (kg/dz); e peso inicial e final (g/ave).
  
- ✓ Avaliar o efeito do adensamento de energia metabolizável, aminoacídico e de minerais nas dietas de poedeiras leves sobre as variáveis de qualidade do ovo: peso do ovo (g); albúmen (g); gema (g); casca (g); porcentagem de albúmen; gema e casca (%); resistência de casca (kgf); espessura de casca (mm); cor de gema; unidade Haugh; e gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>).

## **CAPITULO II**

---

**Avaliação do adensamento energético e nutricional para poedeiras  
leves**

**SALES, L.A. Avaliação do adensamento energético e nutricional para poedeiras leves.** Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens. UFRPE. Garanhuns-PE. Orientador: Prof. Dr. Danilo Teixeira Cavalcante.

## **RESUMO**

O desempenho produtivo e a qualidade do ovo dependem do valor energético da ração ofertada às poedeiras. Objetivou-se com este estudo avaliar as respostas de poedeiras leves em relação ao adensamento energético, aminoacídico e de minerais, adicionados às dietas. O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). Para isso, utilizaram-se 540 aves da linhagem Hy-Line W36, com 44 - 64 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e com 6 repetições. Adotou-se o arranjo fatorial 3x3 - três níveis de energia metabolizável (2750, 2950 e 3150 kcal/kg) e três níveis de adensamento (5, 10 e 15%). O nível de EM de 2750 kcal/kg promoveu melhor CDZ (conversão por dúzia de ovos) e PF (peso final); o de 2950 kcal/kg contribuiu para maiores PR (produção de ovos), PO (peso do ovo), AO (ovo/ave alojada) e MO (massa de ovo); e o de 3150 kcal/kg proporciona maior PO (peso do ovo), melhor CMO (conversão por massa de ovo) e menor CR (consumo de ração). O ADEN (adensamento) de 5% melhorou a CMO (conversão por massa de ovo) e CDZ (conversão por dúzia de ovos); o de 10% proporciona maiores PR (produção de ovos), MO (massa de ovos), AO (ovo/ave alojada) e PF (peso final); e o de 15% acarretou maior PO (peso do ovo) e menor CR (consumo de ração). Portanto, os adensamentos energético, aminoacídico e mineral influenciaram a produção e a qualidade de ovos. Logo, recomenda-se a utilização 2950 kcal/kg de EM e de 10% de ADEN (adensamento).

**Palavras-chaves:** nutrição, aminoácidos, nível energético, aves de postura, minerais.

SALES, L.A. **Evaluation of energy and nutritional density for laying hens.** Dissertation (Master in Animal Science and Pastures). Graduate Program in Animal Science and Pastures. UFRPE. Garanhuns-PE. Advisor: Prof. doctor Danilo Teixeira Cavalcante.

## SUMMARY

Productive performance and egg quality depend on the energy value of the feed offered to laying hens. In view of this, the objective was to evaluate the responses of light laying hens in relation to energy, amino acid and mineral densification, added to the diets. The experiment was carried out in the Poultry Sector, belonging to the Department of Animal Science of the Center for Agricultural Sciences of the Federal University of Paraíba (CCA/UFPB). For this, 540 birds of the Hy-Line W36 strain, with 44 weeks of age, were distributed in a completely randomized design, with 9 treatments and 6 replications. A 3x3 factorial arrangement was adopted - three levels of metabolizable energy (2750, 2950 and 3150 kcal/kg) and three levels of density (5, 10 and 15%). The productive variables were evaluated - Feed Consumption (CR); Egg Production (PR); Egg Weight (PO); Egg per housed bird (AO); Egg Mass (OM); Egg Mass Conversion (OMC); Conversion per Dozen Eggs (CDZ); Initial Weight (PI); and Final Weight (PF)- and egg quality - Yolk (GEM); Shell (CAS); Album Percentage (%ALB); Album (ALB); Gem Percentage (%GEM); Bark Percentage (%CAS); Shell Strength (RC); Shell Thickness (EC); Gem Color (CG); Haugh Unit (UH); and Specific Gravity (SE). ME level of 2750 kcal/kg promoted better CDZ and PF; that of 2950 kcal/kg contributes to higher PR, PO, AO and MO; and the 3150 kcal/kg provides higher PO, better BMC and lower CR. 5% ADEN improved CMO and CDZ; the 10% provides greater PR, MO, AO and PF; and 15% leads to higher PO and lower CR. Therefore, energy, amino acid and mineral densification influenced egg production and quality. Therefore, it is recommended to use 2950 kcal/kg of ME and 10% of ADEN.

**Keywords:** nutrition, amino acids, energy level, laying hens, minerals.

## 1. INTRODUÇÃO

A nutrição representa um dos fatores principais que influenciam o desempenho produtivo das aves, uma vez que a energia e a proteína correlacionam diretamente com a produção e a qualidade do ovo. Dessa forma, o conhecimento dos níveis ideais de nutrientes possibilita a formulação e a fabricação de ração, a partir dos requerimentos nutricionais por fases de criação das aves, evitando-se excessos ou deficiências (JAMES, 2015).

Entretanto, como cada linhagem de aves apresenta requerimentos energia metabolizável distinto, o uso dos valores de EMAn recomendados pelos manuais das linhagens e pelas tabelas de instituições de pesquisa brasileiras e estrangeiras, na prática, verifica-se uma grande variação em relação ao desempenho produtivo das aves (RIBEIRO et al., 2013). Além disso, em vista de os demais nutrientes, por exemplo, aminoácidos, vitaminas e minerais, serem incluídos à dieta, com base no nível energético desta, torna-se ainda mais relevante o conhecimento da faixa adequada de EMAn a ser fornecida a cada linhagem de aves de postura, com o intuito de evitar desperdícios e de maximizar a produção.

Embora prevaleça a ideia de que as aves supram suas exigências com base na energia da dieta, estudos demonstram que a regulação da ingestão de alimentos ocorre a partir da densidade energética da dieta (NASCIMENTO et al., 2011). Nessa linha, a adequação dos demais nutrientes, com base no conteúdo energético, permite a obtenção de melhor eficiência de utilização de proteína, aminoácidos e minerais dietéticos pelas aves. Esse melhor aproveitamento dos nutrientes contribui para a regulação do tamanho dos ovos, dos custos de produção e dos efeitos da poluição ambiental, uma vez que se minimizam as perdas de nutrientes, em especial de nitrogênio (SCHMIDT et al., 2011).

Em vista de a energia ser considerada o componente mais caro, a alimentação chega a representar cerca de 65% dos custos de produção da avicultura de postura (COSTA et al., 2004; ANTUNES et al., 2007). Nesse sentido, devem-se ajustar os níveis de nutrientes em função do consumo de energia, a fim de garantir melhores desempenhos produtivos e de qualidade do ovo (RIBEIRO, 2009), já que teores energéticos inadequados podem resultar em baixa produção de ovos, bem como pode piorar a qualidade dos ovos. No entanto, a própria eficiência de utilização de energia pode ser influenciada negativamente (ARAÚJO e PEIXOTO, 2005).

Sob esse viés, a determinação das exigências nutricionais das aves de postura depende de diversos fatores, como: linhagem, idade da ave, manejo de criação e ambiente. Logo, as demandas nutricionais determinadas são limitadas às condições a que foram estudadas (SAKOMURA et al. 2005).

A energia metabolizável apresenta-se como propriedade nutricional estratégica, uma vez que o consumo é ajustado, sobretudo, pela densidade calórica da ração, o que pode determinar tanto a eficiência produtiva quanto econômica da atividade (MOURA et al., 2008). Em vista disso, com o presente trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos do adensamento energético, proteico e mineral da dieta em relação as características produtivas e de qualidade do ovo de poedeiras leves da linhagem Hy-Line W36.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área experimental**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrária da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). Projeto submetido e aprovado no Comitê de ética no uso de animais da UFPB, sob o número 149/2015.

As aves foram alojadas em galpões convencionais de postura, cobertos de telhas de barro, agrupadas em gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 24 cm x 37 cm x 41cm (416,6 cm<sup>2</sup>/ave) e com comedouros tipo calha e bebedouros tipo *nipple*. Houve o fornecimento de água e ração à vontade às aves. Adotou-se o fotoperíodo de 17 horas de luz (12 natural + 5 artificial).

### **2.2 Animais e tratamentos**

Utilizaram-se 540 aves da linhagem Hy-Line W36, com 44 - 64 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e com 6 repetições, sendo estas constituídas por 10 aves. Adotou-se o arranjo fatorial 3x3 - três níveis de energia metabolizável (2750, 2950 e 3150 kcal/kg) e três níveis de adensamento (5, 10 e 15%) de aminoácidos digestíveis (metionina + cistina, lisina, treonina e valina) e mineiras (cálcio e fósforo), em relação às recomendações preconizadas pelas Tabelas brasileiras para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2011). As dietas fornecidas às aves constam na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição percentual e níveis nutricionais de dietas para poedeiras, contendo diferentes adensamentos de energia e de nutrientes

Ingredientes	Adensamento – ADEN (%)								
	5%			10%			15%		
	Energia Metabolizável – EM (kcal/kg)								
	2750	2950	3150	2750	2950	3150	2750	2950	3150
Milho	57,03	57,03	57,03	57,03	57,03	57,03	57,03	57,03	57,03
Farelo de soja	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90
Óleo de soja	1,64	3,91	6,80	3,14	5,41	7,50	3,15	5,42	7,50
Fosfato bicálcico	1,093	1,093	1,093	1,169	1,169	1,169	1,250	1,250	1,250
Calcário calcítico	9,99	9,99	9,99	10,46	10,46	10,46	10,92	10,92	10,92
Sal comum	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530	0,530
DL-Metionina	0,346	0,346	0,346	0,388	0,388	0,388	0,431	0,431	0,431
L-Lisina (Biolys)	0,469	0,469	0,469	0,547	0,547	0,547	0,625	0,625	0,625
L-Treonina	0,162	0,162	0,162	0,197	0,197	0,197	0,233	0,233	0,233
L-Valina	0,200	0,200	0,200	0,245	0,245	0,245	0,290	0,290	0,290
Cloreto de colina	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070	0,070
Premix mineral <sup>1</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico <sup>2</sup>	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Antioxidante <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Amido de milho	3,762	3,762	2,225	0,000	0,000	0,477	0,000	0,000	0,500
Protenose	2,500	2,500	2,500	2,286	2,286	2,286	2,039	2,040	2,035
Inerte <sup>4</sup>	3,630	1,355	0,000	5,356	3,080	0,522	4,847	2,570	0,000
Carbonato de K	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Composição química									
PB (%)	15	15	15	15	15	15	15	15	15
EM (kcal/kg)	2750	2950	3150	2750	2950	3150	2750	2950	3150
Met dig (%)	0,555	0,555	0,555	0,594	0,594	0,594	0,636	0,636	0,636
Met+Cis dig (%)	0,763	0,763	0,763	0,800	0,800	0,800	0,836	0,836	0,836
Lis dig (%)	0,847	0,847	0,847	0,888	0,888	0,888	0,928	0,928	0,928
Treo dig (%)	0,643	0,643	0,643	0,673	0,673	0,673	0,704	0,704	0,704

Val dig (%)	0,806	0,806	0,806	0,845	0,845	0,845	0,883	0,883	0,883
Trp dig (%)	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140
Leu dig (%)	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343	1,343
Ile dig,	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540	0,540
Arg dig (%)	0,808	0,808	0,808	0,808	0,808	0,808	0,808	0,808	0,808
Fenil dig (%)	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678
Fenil+tiro dig (%)	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172	1,172
Histdig (%)	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Gli+ser dig (%)	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158	1,158
Cálcio (%)	4,095	4,095	4,095	4,290	4,290	4,290	4,485	4,485	4,485
Fosforo (%)	0,306	0,306	0,306	0,320	0,320	0,320	0,335	0,335	0,335
Sódio	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
Cloro	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370	0,370
Potássio	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Balanço eletrolítico, (mEq/kg)	185	185	185	185	185	185	185	185	185

<sup>1</sup>Premix mineral por quilo de ração: sulfato de ferro (30mg); sulfato de manganês (35 g); sulfato de zinco (30 g); sulfato de cobre (4.000 mg); selenito de sódio (125 mg); iodato de cálcio (500 mg); <sup>2</sup>Premix vitamínico por quilo de ração: ácido fólico (500 mg); ácido nicotínico (15 mg); ácido pantotênico (4.000 mg); biotina (50 mg); colina (150 g); vitamina A (4.000.000 UI); vitamina B1 (1.250 mg); vitamina B (2,2.500 mg); vitamina B6 (1,755 mg); vitamina B12 (7.500 µg); vitamina D3 (1.500.000 UI); vitamina E (10.000 UI); vitamina K3 (1.250mg); <sup>3</sup>Etoxiquina (BHT); <sup>4</sup>Areia lavada.

## 2.3 Variáveis avaliadas

### 2.3.1 Desempenho produtivo

Calculou-se o consumo de ração (g/ave/dia) pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras. A produção de ovos (%) foi obtida pela divisão do somatório da quantidade de ovos produzidos por dia em relação ao número de aves da parcela e ao número de dias do período experimental. Quanto à variável de ovo por ave alojada (uni), determinou-se pelo somatório de ovos produzidos por cada ave de cada tratamento. Já, em relação à determinação do peso do ovo (g) e da massa do ovo, obteve-se, respectivamente, pela pesagem do ovo, em balança semianalítica, e pela multiplicação do peso médio dos ovos e da produção de ovos.

A conversão por massa de ovo (kg/kg) foi calculada, por meio da relação entre o consumo de ração e massa de ovo produzida. No que se refere à conversão por dúzia de ovos (kg/dz) e aos pesos inicial e final das aves (g/ave), determinou-se, respectivamente, pela divisão do consumo de ração por dúzias de ovos produzidas; e pela pesagem das aves, no início e no final do período experimental.

### 2.3.2 Qualidade de ovo

Nos últimos três dias de cada período experimental, avaliaram-se as variáveis de qualidade de ovos, a partir de três ovos por repetição, selecionados por meio do peso médio de cada parcela. Dessa forma, obteve-se o peso do ovo (g) pela pesagem, em balança semianalítica, enquanto os pesos do albúmen, da gema e da casca (g) foram obtidos, após a quebra do ovo, pela pesagem de cada estrutura, em balança semianalítica. Em relação à porcentagem de albúmen, gema e casca (%), determinou-se pelo peso de cada componente, multiplicado por 100, e dividido pelo peso do ovo.

A resistência de casca (kgf) foi determinada pela força aplicada para perfurar ou fraturar o ovo. Para isso, utilizaram-se três ovos íntegros por parcela e aparelho TA.X T2 Texture Analyser (Stable Micro Systems, Surrey, England), pertencente ao Laboratório de Produtos de Origem Animal da UFPB. Esse equipamento aplicou uma sonda de P5 DIA Cylinder de aço inoxidável de 5 mm de diâmetro, com distância de 6 mm e velocidade pré-teste de 3,0 mm/s, durante de 0,5, e pós-teste de 5,0 mm/s, e com força de gatilho de 3,0 g. Assim, o ovo foi posicionado longitudinalmente, apoiado em um cadinho de porcelana, e a casca foi pressionado pela sonda, até a fratura da casca.

A espessura de casca (mm) foi determinada após secagem em estufa de ventilação forçada por 4 horas, utilizando-se o micrômetro digital Mitutoyo de 0 a 25 mm, com precisão de 0,001 mm. Quanto à cor de gema, mensurou-se por meio do Digital Yolk FanTM (DSM Nutritional Products). Calculou-se a unidade de Haugh, pela equação  $UH=100*\log\{(H+7,57) - (1,7*W*0,37)\}$ , em que: UH = unidade Haugh, H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g) (CARD e NEISHEIN, 1968). Também determinou-se a gravidade específica ( $g/cm^3$ ), a partir da imersão dos ovos em nove soluções salinas, preparadas no início do experimento, com densidades que variaram de 1,070 a 1,090  $g/cm^3$  (HAMILTON, 1982).

## 2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), por meio do software estatístico SAS (SAS Institute Inc., 2007, Cary, NC), considerando os aspectos de influência: os níveis nutricionais e os níveis de energia metabolizável, já determinados em trabalhos de outros pesquisadores. Avaliou-se apenas os efeitos principais dos níveis de energia metabolizável e adensamento de nutrientes. As médias dos efeitos principais foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS

Foi analisado apenas o efeito isolado tanto do fator energia metabolizável (EM) quanto do fator adensamento (ADEN) acerca das características produtivas e de qualidade de ovo (Tabela 2 e 3). Dessa maneira, em relação ao efeito principal da EM, observou-se que EM de 2750 kcal/kg contribuiu para a piora da conversão por dúzia de ovos (CDZ) e maior consumo de ração (CR) ( $P < 0,001$ ), contudo proporcionou menor massa do ovo (MO), peso final (PF) e menor peso de ovo (PO) (Tabela 2).

Contudo, não se observaram diferenças entre os níveis de EM de 2750 kcal/kg e 3150 kcal/kg para as variáveis produção de ovos e ovo por ave alojada (Tabela 2). Não se verificaram diferenças entre os níveis de EM de 2750 kcal/kg e 2950 kcal/kg para a variável conversão da massa do ovo ( $P < 0,001$ ). Por sua vez, o nível de EM de 2950 kcal/kg favoreceu maiores ganhos para PR, AO e MO (Tabela 2). Além disso, observou-se que não houve diferença significativa do PO para os níveis de EM de 2950 kcal/kg e 3150 kcal/kg (Tabela 2). Por outro lado, o nível de EM de 3150 kcal/kg acarretou piora na CMO e menor CR (Tabela 2).

**Tabela 2.** Efeito do adensamento de energia metabolizável e de nutrientes sobre o desempenho de poedeiras leves com 44 a 64 semanas de idade

TRATAMENTO		VARIÁVEIS								
EM	ADE N	CR (g)	PR (%)	PO (g)	OA (unid.)	MO (g)	CMO	CDZ	PI (g)	PF (g)
2750	5	104,32 a	83,14 b	58,91 b	116,40 b	48,98 c	2,12 a	1,50 a	1511,00	1392,50 c
	10	108,2 a	84,02 b	59,83 b	117,63 b	50,28 b	2,15 a	1,54 a	1553,33	1523,00 b
	15	101,68 a	83,95 b	59,88 b	117,52 b	50,28 b	2,02 a	1,45 a	1504,66	1518,66 b
2950	5	100,38 b	86,38 ab	59,72 b	120,93 ab	51,59 b	1,94 a	1,39 b	1519,66	1526,83 b
	10	95,42 b	92,91 a	63,05 a	130,07 a	58,61 a	1,63 b	1,23 b	1540,66	1565,66 b
	15	94,46 b	83,67 b	62,05 a	117,14 b	51,92 b	1,81 a	1,35 b	1513,33	1586,33 b
3150	5	95,97 c	85,07 ab	62,05 a	119,10 ab	52,80 b	1,82 a	1,35 b	1541,33	1617,83 a
	10	91,13 c	85,32 ab	61,86 a	119,45 ab	52,78 b	1,72 b	1,28 b	1506,00	1657,00 a
	15	89,77 c	81,90 b	61,97 a	114,66 b	50,76 b	1,77 b	1,31 b	1515,00	1750,50 a
EFEITO PRINCIPAL										
EM	2750	104,73 a	83,70 b	59,54 b	117,18 b	49,85 c	1,77 b	1,50 a	1523,00	1478,05c
	2950	96,75 b	87,65 a	61,62a	122,71 a	54,04 a	1,79 b	1,37 b	1524,55	1559,61 b
	3150	92,29 c	84,09 b	61,62 a	117,74 b	52,04 b	2,10 a	1,31 b	1520,77	1675,11 a
ADEN	5	100,23 a	84,86 b	60,23 b	118,81b	51,12 b	1,96 a	1,41 a	1524,00	1512,38 b
	10	98,25 b	87,42 a	61,59 a	122,38 a	53,89 a	1,83 b	1,35 b	1533,33	1581,88 a
	15	95,30 c	83,17 c	61,30 a	116,44 c	50,99 b	1,87 b	1,37 b	1511,00	1618,50 a
SEM		0,45	0,37	0,21	0,53	0,33	0,01	0,09	10,60	12,55
P-value										
EM		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,9685	<0,0001
ADEN		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,3358	<0,0001

\*EM – Energia Metabolizável; ADEN – Adensamento; CR – Consumo de Ração; PR - Produção de Ovos; PO – Peso do Ovo; OA – Ovo por ave alojada; MO – Massa do Ovo; CMO – Conversão por Massa do Ovo; CDZ – Conversão por Dúzia de Ovos; PI – Peso Inicial; PF – Peso Final.

Quanto aos níveis de adensamento, constatou-se que o ADEN de 5% piorou a CMO e a CDZ; o de 10% proporcionou melhores resultados de PR, MO, AO e PF; e o de

15% acarretou menor CR. Contudo para o PO, verificou-se resultados equivalentes entre os ADEN de 10% e 15% (Tabela 2).

No que concerne às variáveis de qualidade do ovo, observou-se que, para as variáveis GEM, CAS, UH e GE, não foram influenciadas pelos três níveis de EM (Tabela 3). Observa-se que EM de 2750 kcal/kg contribuiu para maiores %GEM. No entanto, esse nível de EM, associado ao nível de EM de 2950 kcal/kg, promoveram os mesmos resultados para as variáveis CAS, %CAS, RC e EC. Os níveis de EM de 2750 kcal/kg e 3150 kcal/kg proporcionaram ovos com maior GE (Tabela 3).

**Tabela 3.** Efeito do adensamento de energia metabolizável e de nutrientes sobre a qualidade do ovo de poedeiras leves com 44 a 64 semanas

EM	ADEN	VARIÁVEIS											
		PO	GEM	CAS	%ALB	ALB	%GEM	%CAS	RC	EC	CG	UH	GE
2750	5	58,91 b	16,42	5,60	62,61 b	36,89 b	27,87	9,51 a	3,75	374,29	9,39	92,49	1,08
	10	59,83 b	16,54	5,52	63,12 b	37,77 b	27,64 a	9,23	3,79 ab	377,30 ab	9,42	90,83	1,08
	15	59,88 b	16,49	5,41	63,40 ab	37,98 b	27,55	9,04	3,79 a	365,40	9,46 a	92,00	1,08
2950	5	59,72 b	16,21	5,61	63,42 ba	37,89 b	27,16	9,40 ab	3,78	375,85	9,44	91,63	1,08
	10	63,05 a	16,37	5,69	65,05 a	41,02 a	25,95 b	9,02	3,93 a	383,56 a	9,38	91,37	1,08
	15	62,05 a	16,86	5,56	63,86 ab	39,63 a	27,17	8,96	3,75 ab	361,24	9,33 b	90,18	1,08
3150	5	62,05 a	16,74	5,57	64,03 a	39,74 a	26,97	8,39 b	3,66	366,09	9,39	90,71	1,08
	10	61,86 a	16,67	5,51	64,12 ba	39,67 a	26,95 ab	8,92	3,71 b	363,44 b	9,36	91,26	1,08
	15	61,97 a	16,86	5,34	64,78 a	40,16 a	26,59	8,63	3,60 b	359,40	9,44 ab	91,27	1,08
EFEITO PRINCIPAL													
EM	2750	59,54 b	16,48	5,51 ab	63,04 b	37,54 b	27,69 a	9,26 a	3,78 a	372,33a	9,42	91,78	1,083 a
	2950	61,62a	16,48	5,62 a	64,10 a	39,51 a	26,76 b	9,13 a	3,82 a	373,55a	9,39	91,06	1,081b
	3150	61,62 a	16,62	5,47 b	64,31 a	39,88 a	26,84 b	8,84 b	3,65 b	362,98b	9,39	91,08	1,082a
ADEN	5	60,23 b	16,46	5,59 a	63,36	38,17 b	27,33	9,29 a	3,73	372,08 a	9,40	9,61	1,083a
	10	61,59 a	16,52	5,57 a	64,08	39,48 a	26,85	9,05 ab	3,81	374,77 a	9,39	91,15	1,082 ab
	15	61,30 a	16,60	5,43 b	64,01	39,25 a	27,10	8,87 b	3,71	362,01 b	9,41	9,15	1,081 b
SEM		0,45	0,92	0,13	0,24	0,26	0,19	0,07	0,02	2,36	0,01	0,31	0,01
P-value													
EM		<0,0001	0,4494	0,0309	0,0010	<0,0001	0,0020	0,0009	<0,0005	0,0049	0,3163	0,1885	0,0055
ADEN		<0,0001	0,5345	0,0111	0,0724	<0,0009	0,2138	0,0011	0,0608	<0,0001	0,7275	0,4870	0,0348

\*PO – Peso do Ovo; GEM – Gema; CAS – Casca; %ALB – Percentual de Albúmen; ALB – Albúmen; %GEM - Percentual de Gema; %CAS – Percentual da Casca; RC- Resistência da Casca; EC – Espessura da Casca; CG – Cor da Gema; UH – Unidade de Haugh; e GE – Gravidade Específico.

Outrossim, observou-se que os níveis de EM de 2950 e 3150 kcal/kg proporcionaram maiores pesos de ALB e %ALB. Os ADEN de 5% e 10% proporcionaram maiores pesos de CAS, %CAS, EC e GE. Em relação aos três níveis de ADEN, não influenciaram a GEM, o RC, a CG e a UH (Tabela 3).

#### 4. DISCUSSÃO

O acréscimo nos níveis de energia promoveu decréscimos do CR. Provavelmente, em função do fator fisiológico ou químico, ou seja, houve o ajustamento do consumo de ração mediante o atendimento das exigências energéticas (Tabela 2). Esses achados corroboram os resultados de Valkonen et al. (2008), Costa et al (2009), Ribeiro et al. (2013) e Kumar et al. (2021).

Nessa mesma linha, o adensamento aminoacídico e mineral também atuou no controle do consumo das aves, já que, à medida que aumentou o adensamento, observou-se redução do CR (Tabela 2). Esse resultado sugere que esses nutrientes participam do mecanismo de regulação de ingestão de ração pelas poedeiras leves.

Em relação às variáveis PR e MO, observa-se que o nível de EM de 2950 kcal/kg e o ADEN de 10% promoveram maiores PR e MO. Essas respostas obtidas demonstram um relacionamento positivo com os parâmetros produtivos, bem como em relação ao PO, o que indica que adensamento energético proporcionou aumento da produtividade, ao acarretar melhor aproveitamento dos demais nutrientes incluídos à dieta.

Essa interação também foi observada por Ribeiro et al. (2013), contudo esses autores não identificaram alterações desses parâmetros de produção sob diferentes níveis de EM. No entanto, para a variável OA, as aves que receberam o nível de EM de 2950 kcal/kg e o ADEN de 10% produziram a maior quantidade de ovos, assim como verificado para PR. Isso provavelmente decorre de, no cálculo de OA, levar em consideração a produção de ovos.

Nessa linha, o maior aporte energético promoveu ovos mais pesados (Tabela 2), com acréscimos similares entre os níveis de 2950 kcal/kg e 3150 kcal/kg de EM. Esse aumento do peso do ovo deve-se ao incremento do conteúdo lipídico, proteico e mineral do ovo, em vista da maior disponibilidade de percussores (esqueletos de carbono, aminoácidos e minerais) para as vias anabólicas.

Esses acréscimos de PO, devido ao aumento dos níveis de EM, provavelmente relacionam ao aumento do PF das aves (Tabela 2), uma vez que, segundo a NRC (1994), o tamanho do ovo correlaciona-se com peso vivo da ave. Os resultados obtidos, neste trabalho, estando em conformidade com o que foi obtidos por James (2015) e De Persio et al. (2015). Dessa forma, constatou-se que o nível de energia afeta diretamente o peso

corporal das aves, uma vez que há maior disponibilidade de esqueletos de carbono para a síntese dos constituintes do ovo. Logo, o incremento de energia influencia o PO, sendo considerado o principal fator de controle do tamanho do ovo (SUMMERS e LEESON, 1983).

O nível de energia de 3150 Kcal/kg promoveu PF um pouco superior ao recomendado pelo manual da linhagem (1,61 g) (HY-LINE, 2020). Esse resultado demonstra que os esqueletos de carbono excedentes foram direcionados à síntese de lipídeos, os quais foram estocados no tecido adiposo das poedeiras, aumentando o peso corporal dessas aves. Dessa forma, como o peso corporal relaciona-se ao nível de energia (SUMMERS e LEESON, 1983), o nível de 2750 Kcal/kg de EM acarretou PF inferior ao recomendado (1,55 g), ou seja, essa quantidade de energia foi direcionada exclusivamente para manutenção e para produção, contudo a produção limitou-se ao teor energético da dieta.

Além disso, a produção das aves que receberam 2750 Kcal/kg de EM também foi limitada pelo adensamento nutricional, já que o menor nível de ADEN também acarretou PF inferior ao recomendado pelo manual da linhagem Hy-Line W-36 (HY-LINE, 2020). Nesse sentido, o adensamento aminoacídico e mineral também foram direcionados exclusivamente à manutenção e à produção, isto é, ganhos de massa muscular e de tecido adiposo foram mínimos, haja vista, que os esqueletos de carbonos foram recrutados para rotas anabólicas específicas à manutenção das funções vitais das aves e à expressão da sua aptidão.

O nível de energia de 2950 Kcal/kg proporcionou o PF dentro da faixa recomendada pelo manual da linhagem (1,55 a 1,61 g) (HY-LINE, 2020), ou seja, esse nível energético atendeu integralmente as exigências de manutenção e produção das aves, como também conferiu ganho de massa muscular e de tecido adiposo nos níveis adequados para o desempenho das funções vitais das aves. Vale acrescentar, que os níveis de ADEN de 10% e 15% promoveram PF dentro do limiar adequado, conforme o manual da linhagem, demonstrando que o incremento aminoacídico e mineral foram suficientes para a manutenção e para a produção das aves.

Segundo Pecuri e Coon (1991), à medida que se aumenta a densidade energética da dieta, a eficiência de utilização de energia dos alimentos diminui a produção de ovos. Contudo, neste trabalho, não se observou essa redução, uma vez que o aumento do aporte energético aumentou a CMO (Tabela 2), diferentemente do que foi observado por esses

autores, em que o aumento de EM acarretou perdas das conversões energéticas por dúzia e massa do ovo. Esses acréscimos da CMO obtidos sugerem que as aves mobilizaram os recursos energéticos mais intensamente para síntese dos componentes orgânicos do ovo.

Vale acrescentar ainda que os maiores níveis de ADEN proporcionaram maiores pesos do ovo (Tabela 2). Isso possivelmente decorre do maior fornecimento de aminoácidos pelos níveis de adensamento de 10% e 15%, haja vista, que o peso do ovo é fortemente influenciado pelo consumo adequado de proteína e aminoácidos, principalmente, de metionina (LEESON, 1996; LEESON e SUMMERS, 2001).

Os menores níveis de EM e ADEN promoveram maior CDZ, corroborando Ribeiro et al. (2013), que constataram efeito linear decrescente à medida que aumentou os níveis de EM. Como, para o cálculo dessa variável produtiva, consideram-se o CR e o PR, os efeitos observados nessas variáveis, em função dos níveis de EM, foram distintos dos obtidos por Ribeiro et al. (2013), ou seja, esses autores observaram efeito linear crescente do CR, à proporção que aumentou os níveis de EM, todavia o contrário foi verificado neste trabalho (Tabela 2). Dessa forma, a CDZ foi impactada pela variação dos teores de EM sob a PR.

Em relação às variáveis qualidade do ovo referentes a GEM, CAS, UH e GE, os acréscimos energéticos não as alteraram (Tabela 3), corroborando com James (2015), para as variáveis UH e GE ( $P \geq 0,05$ ), e Ribeiro et al. (2013), para UH. Nesse sentido, verificou-se que a UH, que mensura as alterações do albúmen (MANO et al., 2007), foi similar aos diferentes níveis de EM e ADEN, embora o conteúdo do ALB tenha aumentado com acréscimos de EM e ADEN (Tabela 3). Esses resultados obtidos, para UH, superior a 90, demonstram que, para todos os níveis de EM e ADEN, há produção de ovos de qualidade, uma vez que os valores obtidos superaram o índice mínimo de 72 UH (LOPES et al., 2011).

Os menores níveis de EM e ADEN proporcionaram cascas mais espessas (Tabela 3). Dessa forma, os níveis de 5 e 10% de ADEN acarretaram melhor qualidade da casca, o que pode estar relacionado à quantidade e ao balanço entre os minerais da ração, uma vez que os fatores que mais influenciam a qualidade da casca dizem respeito à quantidade de cálcio e fósforo consumido e à relação entre esses elementos (HUNTON, 2004).

Contudo, como os menores níveis de energia e de adensamento nutricional promoveram menor peso dos ovos, podem ter favorecido para obtenção de cascas mais espessas, haja vista, que ovos menores tendem a apresentar cascas mais resistentes. Os resultados encontrados, neste trabalho, para essa variável, diferiram dos obtidos por Costa et al. (2004) e Ribeiro (2009) - que observaram um comportamento linear crescente do conteúdo da casca do ovo em relação ao aumento de EM (de 2700 a 2900 kcal/kg) - e Kumar et al. (2021) - que verificaram que o maior nível de EM (2.890 kcal/kg), durante o período pré-pico, promoveu a postura de ovos com cascas significativamente mais espessas.

Sob essa ótica, os níveis energéticos e proteicos da ração, para os parâmetros de qualidade da casca, contribuem para mobilização de cálcio para compor a estrutura da casca do ovo (COSTA et al., 2004). Isso sugere que os níveis de EM de 2950 kcal/kg e de ADEN de 5% e 10% forneceram quantidades adequadas de energia e minerais para promover a mobilização e formação de casca do ovo mais espessa e resistente. Contudo, para a RC, o ADEN não a influenciou, apesar de o conteúdo da casca e a EC serem influenciados tanto pela EM quanto pelo ADEN, ou seja, os níveis inferiores de EM e de ADEN proporcionaram cascas mais resistentes.

Os menores níveis de EM e ADEN proporcionaram CAS mais espessas e maior %CAS. Esses resultados corroboraram Costa et al. (2004), os quais identificaram, em poedeiras Lohmann Brown, com idades entre 43<sup>a</sup> e 55<sup>a</sup> semanas, que os menores níveis de EM (2700 Kcal/kg) promoveram maior peso e porcentagem de casca, em decorrência da redução do consumo de cálcio por poedeiras que consomem rações com altos valores energéticos. Esses achados demonstram o papel da EM e do ADEN na regulação do consumo dos nutrientes presentes na dieta ofertada às poedeiras, podendo acarretar subconsumo ou sobreconsumo. Dessa forma, os maiores níveis de energia e adensamento nutricional ocasionaram subconsumo de cálcio ou desequilíbrio da relação cálcio-fósforo.

Apesar de se terem constatado alterações do %CAS com aumento de EM e ADEN, a GE, considerada um indicador da qualidade da casca do ovo, uma vez que está associada à %CAS (HEMPE et al., 1988), não foi influenciada. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Valkonen et al. (2008) e James (2015), embora, nesses trabalhos, a EM não tenha influenciado o %CAS. Nesse sentido, os níveis de EM e ADEN não alteraram a qualidade da casca, embora tenham afetado o %CAS. Ficando demonstrado

que os menores níveis de adensamento mineral proporcionaram maior acúmulo de cálcio na casca, tornando-a mais resistente e, por conseguinte, produzindo ovos de melhor qualidade.

A CG não foi afetada pelos níveis de ADEN e EM, diferindo do obtido por Kumar et al. (2021), que identificaram aumento da coloração da gema, com aumento dos níveis de EM. Esses resultados demonstram que a redução do consumo de ração, à medida que aumentou nível de energia e adensamento nutricional, não acarretou alteração na deposição de xantofilas na gema do ovo, uma vez que as aves obtêm os carotenoides de forma exclusivamente exógena (BREITHAUPT, 2007). A CG é uma variável interna do ovo de caráter subjetiva e mais comumente observada pelos consumidores (ALCÂNTARA, 2012), classificada segundo a escala do leque colorimétrico DSM<sup>®</sup>, que varia de 1 a 15, sendo 1 o amarelo mais pálido e 15 o alaranjado mais intenso.

A GEM não foi alterada pelo aumento de EM e ADEN, a saber, o maior aporte energético e aminoacídico não contribuíram para acréscimos da síntese de lipídeos e proteínas da gema. Entretanto, o menor nível de EM proporcionou maior %GEM, provavelmente devido à redução do diâmetro da gema ou ao aumento da altura da gema. Esse resultado vai de encontro ao observado por Ribeiro (2009) e James (2015), que constataram ausência do efeito dos níveis de EM acerca do percentual da gema.

Em relação à variável ALB, constatou-se que o aumento de EM e ADEN favoreceu maior conteúdo de ALB (Tabela 3), provavelmente devido ao maior aporte energético para síntese proteica, bem como pela maior disponibilidade de aminoácidos, já que o albúmen é formado por 9,5 a 11,5% de proteína. Entretanto, conforme Grobas e Mateos (1996), dificilmente os componentes do albúmen são modificados em decorrência da ração, embora a nutrição possa alterar a qualidade dessa variável (MATEOS e BEORLEGUI, 1991). Logo, os níveis de 2950 kcal/kg e 3150 kcal/kg de EM e ADEN de 10% e 15% proporcionaram maior conteúdo do albúmen, ratificando o fator nutricional como modelador da qualidade do ovo, ao interferir no conteúdo proteico do ALB.

Os níveis de EM de 2950 a 3150 kcal/kg proporcionaram efeitos positivos e equivalentes ao conteúdo do ALB e %ALB, enquanto os níveis de ADEN de 10 a 15% somente proporcionou aumentos do conteúdo do ALB. Costa et al. (2004), ao trabalhar com poedeiras Lohmann Brown, com idades entre 43 e 55 semanas, verificaram que maiores níveis de EM (2900 Kcal/kg) contribuíram para aumentos do peso e da

percentagem do albúmen, porém divergiram dos resultados obtidos por James (2015), que não observou influência do incremento energético sobre %ALB, apesar de ter observado melhores ganhos para essa característica, quando houve incrementos proteicos (15 e 16% de PB).

## 5. CONCLUSÕES

Portanto, o adensamento energético, aminoacídico e mineral influenciam a produção e a qualidade de ovos. Recomenda-se a utilização dos níveis de 2950 kcal/kg de energia metabolizável e de 10% de adensamento nutricional (0,800% de metionina+cistina digestível; 0,888% de lisina digestível; 0,673% de treonina digestível; 0,845% de valina digestível, 4,290% de cálcio e 0,320% de fósforo).

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, J.B. **Qualidade físico-química de ovos comerciais: avaliação e manutenção da qualidade**. 2012. 36f. Tese (Doutorado em Ciência Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

ANTUNES, M. T.; ALMEIDA, E. G.; ARAÚJO, L. F. O.; TENCA, S.; SAVIETTO, D.; ALBUQUERQUE, R.; Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de inclusão de água na ração. **Anais do V Congresso de produção, comercialização e consumo de ovos**. Indaiatuba – SP. p.107-108. 2007.

ARAÚJO J.; PEIXOTO R.R. Níveis de energia metabolizável em rações para poedeiras de ovos marrons nas condições de inverno no extremo sul do Brasil. **Archivos Zootecnia**, n.54, p.13-23, 2005.

BREITHAUPT, D.E. Mordem Application of xanthophylls in animal feeding: a review. **Trends in Food Science and Technology**, v.18, p.501-506, 2007.

CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. **Producción Avícola**. Zaragoza, Acribia, 1968. 392p.

COSTA, F.G.P.; QUIRINO, B.J.S.; GIVISIEZ, P.E.N.; SILVA, J.H.V.; ALMEIDA, H.H.S.; COSTA, J.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; GOULART, C.C. Poedeiras alimentadas com diferentes níveis de energia e óleo de soja na ração. **Archivos de zootecnia**, v.58, n.223, p.405-441, 2009.

COSTA, F.G.P.; SOUZA, H.C.S.; GOMES, C.A.V.; BARROS, L.R.; BRANDÃO, P.A.; NASCIMENTO, G.A.J.; SANTOS, A.W.R.; AMARANTE JUNIOR, V.S. níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem lohmann brown. **Ciênc. agrotec**. Lavras, v.28, n.6, p.1421-1427, 2004.

DEPERSIO, S.; UTTERBACK, P.L.; UTTERBACK, C.M.; ROCHELL, S.J.; SULLIVAN, N. O.; BREGENDAHL, K.; ARANGO, J.; PARSONS, C.M.; KOELKEBECK, K.W. Effects of feeding diets varying in energy and nutrient density to

Hy-Line W-36 laying hens on production performance and economics. **Poultry Science**, v.94, n.2, p.195–206, 2015.

GROBAS, S.; MATEOS, G.G. **Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo**. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 12., 1996, Madrid. Curso de Especialización. Madrid: FEDNA, 1996. p.219-244.

HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, p.2022-2039, 1982.

HEMPE, J.M.; LAUXEN, R.C.; SAVAGE, J.E. Rapid determination of egg weight and specific gravity using a computerized data collection system. **Poultry science**, v.67, n.6, p.902-907, 1988.

HY-LINE. Guia de manejo das poedeiras comerciais Hy-Line W-36. Hy-Line International EggCel. p.32, 2020. Disponível em: [www.hylineeggcel.com](http://www.hylineeggcel.com).

HUNTON, P. Pesquisas sobre a estrutura e a qualidade da casca do ovo: um histórico. In: CONFERÊNCIA APINCO 2004 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS. Santos, 2004. **Anais...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, v.2, p.21-24, 2004.

JAIMES, J.J.B. **Níveis de energia e proteína na dieta de poedeiras semipesadas de 50 a 66 semanas de idade**. 2015. 68 p., Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, 2015.

KUMAR, S.S.; SAMPATH, V.; PARK, J. H.; KIM, I.H. Effects of Different Levels of Dietary Energy and Nutrient Density during the Pre-Peak and Peak Periods on Egg Quality in Hy-Line Brown Laying Hens. **Korean J. Poult. Sci.** v.48, n.4, p.319-325, 2021.

LEESON, S. **Programas de alimentación para ponedoras y broilers**. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 12., 1996, Madrid. Curso de Especialización. Madrid: FEDNA, 1996. p.201-216.

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

LOPES, I. R.V.; FREITAS, E.R.; LIMA, J.R.; VIANA NETO, J.L.; BEZERRA, R.M.; LIMA, R.C. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.11, p.2431-2438, 2011.

MANO, S.; FANTICELLI, R.; MORAES, I.A. Qualidade dos ovos e de seus derivados. **Avicultura Industrial**, n.6, p.48-52, 2007.

MATEUS, G.G.; BEORLEGUI, C.B. **Nutrición y alimentación de gallina ponedoras**. Madrid, Mundi – Prensa, 1991, p.263.

NASCIMENTO, G.A.J.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; REIS NETO, R.V.; LIMA, R.R.; ALLAMAN, I.B. Equações de predição para estimar valores da energia metabolizável de alimentos concentrados energéticos para aves utilizando a meta-análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.222-230, 2011.

MOURA, G. DE S.; BARRETO, S. L. DE T.; DONZELE, J. L.; HOSODA, L. R.; PENA, G. DE M.; ANGELINI, M. S. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável: nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1628-1633, 2008.

National Research Council – NRC. 1994. **Nutrient requirements of poultry** - 9ed. Washington, D. C., National Academy of Science. 157pp. (Nutrient requirements of domestic animals).

PECURI, A.; COON, C. Effect of temperature and dietary energy on layer performance. **Poultry Science**, 70: 126-138, 1991.

RIBEIRO, P.A.P.; MATOS JÚNIOR, J.B.; QUEIROZ, A.C.A.; LARA, L.J.C.; BAIÃO N.C. Efeito dos níveis de energia para poedeiras comerciais no período final de produção sobre o desempenho, a conversão alimentar e energética e a qualidade de ovos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.5, p.1491-1499, 2013.

RIBEIRO, P. A. P. **Efeitos dos Níveis de Energia Metabolizável sobre o Desempenho, Qualidade e Custo de Produção de Ovos de Poedeiras**. 2009. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária. Belo Horizonte, MG, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**/editor: Horácio Santiago Rostagno. 3.ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO, 252p., 2011.

SAKOMURA N. K.; BENATTI, M. R. B.; BASAGLIA, R.; FERNANDES, J. B. K.; NEME, R.; LONGO, F. A. Avaliação de equações de predição de exigências proteicas na alimentação de frangas de postura. **ARS VETERINARIA**, Jaboticabal, SP, v.21, n.1, p.07- 14, 2005.

SCHMIDT, M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; NUNES, R.V.; MELLO, H.H.C. Níveis nutricionais de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.1, p.142-147, 2011.

SUMMERS, J.D.; LEESON, S. Factors Influencing Early Egg Size. **Poultry Science**, v.62, n.7, p.1155-1159, 1983.

VALKONEN E, VENALAINEN E, ROSSOW L, VALAJA J. Effects of dietary energy content on the performance of laying hens in furnished and conventional cages. **Poultry Science**, n.87, p.844–852, 2008.