



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**RITHIELE DANTAS DOS SANTOS**

**REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA E SUPLEMENTAÇÃO DE L-PIDOLATO DE  
CÁLCIO NA RAÇÃO DE POEDEIRAS LEVES EM IDADE AVANÇADA**

**FORTALEZA**

**2022**

RITHIELE DANTAS DOS SANTOS

REDUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA E SUPLEMENTAÇÃO DE L-PIDOLATO DE  
CÁLCIO NA RAÇÃO DE POEDEIRAS LEVES EM IDADE AVANÇADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Zootecnia. Linha de pesquisa: Produção de Não Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S238r Santos, Rithiele Dantas dos.  
Redução de proteína bruta e suplementação de L-pidolato de cálcio na ração de poedeiras leves em idade avançada / Rithiele Dantas dos Santos. – 2022.  
33 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

1. Avicultura de postura. 2. Qualidade de ovos. 3. Nutrição de aves. I. Título.

CDD 320.6

---

RITHIELE DANTAS DOS SANTOS

REDUÇÃO DE PROTEÍNA BRUTA E SUPLEMENTAÇÃO DE L-PIDOLATO DE  
CÁLCIO NA RAÇÃO DE POEDEIRAS LEVES EM IDADE AVANÇADA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Zootecnia. Linha de pesquisa: Produção de Não Ruminantes.

Aprovada em: 14/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profª. Dra. Silvana Freitas (Conselheiro)  
Universidade Estadual do Vale do Acaraú (UVA)

---

Prof. Dr. Thalles Ribeiro Gomes (Conselheiro)  
Universidade Federal de Roraima (UFRR)

Aos meus guias e Deus, agradeço por tudo.

Aos meus pais, namorado e pets.

## AGRADECIMENTOS

A Deus e Obaluaê, por terem transmitido sabedoria nos momentos mais difíceis, por me concederem essa conquista tão importante da minha vida e pela oportunidade de realizar este trabalho com todos os meus colegas e amigos.

Agradeço aos meus Pais, por terem me dado esta oportunidade de transformar os nossos sonhos em realidade, pois nunca tiveram chances e oportunidades. A toda minha família, pelo apoio e orações.

Ao Professor e orientador Ednardo Rodrigues Freitas e coorientador Rafael Carlos Nepomuceno, pela orientação no trabalho realizado, explicações, crescimento profissional, colaboração e compreensão ao longo do mestrado. Aos demais professores presentes na banca e do curso de Mestrado em Zootecnia da UFC.

A todos os amigos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e para a realização deste trabalho, meu muito obrigado.

Aos companheiros (a) e amigos (a) do Núcleo de Estudos em Pesquisas Avícolas (NEPEAVI), colegas de aula e laboratórios, obrigado pelo ensinamento no decorrer deste período.

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar a Pós-Graduação.

À contribuição de todos os bolsistas por me ajudarem nos trabalhos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), agradeço pela concessão da minha bolsa durante grande parte do Mestrado.

O trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À Prefeitura Municipal de Graça-Ceará e à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), por terem me acolhido profissionalmente durante o mestrado.

## RESUMO

Entre os problemas relacionados à qualidade dos ovos, a qualidade da casca é o principal relatado em ovos destinados ao consumo. A qualidade da casca tende a diminuir com avanço da idade de galinhas poedeiras, contudo essa alteração pode ser minimizada adotando-se medidas de manejo e nutrição. Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar os efeitos da redução da proteína bruta da ração e da suplementação com L-Pidolato de cálcio na ração de postura para poedeiras em idade avançada. Foram utilizadas 360 poedeiras leves LohmannWhite, com 78 semanas de idade, distribuídas em 9 tratamentos, sendo cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos foram concebidos segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 ( 3 níveis de proteína bruta x 3 níveis de L-pidolato de cálcio), sendo: 1- ração PB normal sem adição de L-pidolato cálcio (controle); 2-ração com redução de 5% de PB e sem adição de L- pidolato cálcio; 3-ração com redução de 10% de PB e sem adição de L- pidolato cálcio; 4- ração PB normal com 150g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 5-ração PB com redução de 5% e adição de 150g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 6-ração PB com redução de 10% e adição de 150g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 7-ração PB normal com 300g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 8-ração PB com redução de 5% e adição 300g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 9-ração redução PB com de 10% e adição 300g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio. O período experimental foi de 147 dias, divididos em 7 períodos com duração de 21 dias cada. Não houve interação significativa entre os fatores estudados sobre as variáveis de desempenho, qualidade dos ovos e viabilidade econômica. A redução de 10% na PB da ração (16,04 % para 14,43% PB) promoveu menor desempenho das aves, mas não influenciou a qualidade dos ovos e a viabilidade econômica, já a suplementação de L-pidolato de cálcio não teve efeito para nenhuma das variáveis estudadas.

**Palavras-chave:** avicultura de postura; qualidade de ovos; nutrição de aves.

## ABSTRACT

Among the problems related to egg quality, shell quality is the main one reported for eggs intended for consumption. Shell quality tends to decrease with advancing age of laying hens, but this change can be minimized by adopting management and nutrition measures. Thus, this research aimed to evaluate the effects of reducing crude protein in the feed and supplementing with calcium L-Pidolate in laying diet for laying hens at advanced age. It was used 360 lightweight White Layers – Lohmann, aged 78 weeks, distributed in 9 diet treatments, with five repetitions and eight birds per experimental unit. The treatments were designed according to an experimental design entirely randomized, in a factorial scheme 3 x 3 (3 levels of crude protein x 3 levels of calcium L-pidolate), where: 1- normal CP feed without added L-calcium pidolate (control); 2- ration with 5% reduction of CP and without added L-calcium pidolate; 3- feed with 10% reduction of CP and without added L-calcium pidolate; 4- normal CP ration with 150g/ton of L-calcium pidolate ration; 5- CP ration with 5% reduction and added 150g/ton of L-calcium pidolate; 6 - CP fraction with 10% reduction and addition of 150g/ton of L-calcium pidolate ration; 7 - regular CP fraction with 300g/ton of L-calcium pidolate ration; 8 - CP fraction with 5% reduction and addition of 300g/ton of L-calcium pidolate ration; 9 - CP fraction with 10% reduction and addition of 300g/ton of L-calcium pidolate ration. The experimental period was 147 days, divided into 7 periods of 21 days each. There was no significant interaction between the factors studied on the variables of performance, egg quality and economic viability. A 10% reduction in CP (16.04% to 14.43% BW) promoted lower bird performance, but did not influence egg quality and economic viability, whereas calcium L-pidolate supplementation had no effect on any of the variables studied.

**Keywords:** poultry production; egg quality; poultry nutrition.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Composição e níveis nutricionais calculados das rações experimentais para poedeira leves com idade avançada .....	20
Tabela 2	– Desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com rações reduzidas em proteína bruta e suplementação de L-pidolato de cálcio .....	24
Tabela 3	– Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações reduzidas em proteína bruta e suplementação de L-pidolato de cálcio.....	26
Tabela 4	– Viabilidade econômica do uso de rações reduzidas em proteína bruta e suplementação de L-pidolato de cálcio na alimentação das poedeiras.....	27

## SÚMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Idade da poedeira e a qualidade dos ovos.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Proteína bruta na dieta de poedeiras comerciais.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Efeito dos níveis de proteína bruta sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras comerciais.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Pidolato de cálcio.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Avaliação do desempenho das aves.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Avaliação da qualidade externa e interna dos ovos frescos.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Viabilidade econômica.....</b>	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise estatística dos dados.....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ovo é considerado um dos alimentos mais completos da natureza, oferecendo nutrientes de grande valor biológico como proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais necessários diariamente para o crescimento e manutenção do corpo humano (FEDDERN et al., 2017). As características dos componentes que formam o ovo estão diretamente relacionadas à sua qualidade, que pode ser dividida em qualidade dos constituintes internos (albúmen e gema) e externo (casca) do ovo (NASRI et al., 2020; LOFFREDI et al., 2021). A qualidade dos constituintes do ovo pode ser afetada por fatores intrínsecos à ave e por fatores externos relacionados ao ambiente e manejo (AHMADI & RAHIMI, 2011).

A idade e a nutrição da ave são os fatores que mais influenciam os parâmetros de qualidade dos ovos. Há uma diminuição da qualidade da casca dos ovos com o avançar da idade da poedeira, onde o número de ovos trincados e danificados pode aumentar de 20 a 30% no final do ciclo de postura (65 a 100 semanas), sendo uma das principais razões para limitar a produção a essa idade (ABOU-ELKHAIR et al., 2018). Menezes et al (2012) constataram que a idade da ave influencia diretamente na qualidade do ovo, onde aves mais jovens (35 semanas de idade) apresentaram maior valor da altura de albúmen e Unidade Haugh (UH) com relação às poedeiras de idade mais avançada (40, 45 e 50 semanas de idade). Tumova et al. (2014) verificaram a diminuição da resistência à quebra da casca do ovo ( $3,33 \text{ kg/cm}^2$ ) em galinhas mais velhas em comparação com as mais jovens ( $3,60 \text{ kg/cm}^2$ ).

A diminuição da qualidade da casca dos ovos em poedeiras mais velhas deve-se em parte a uma redução de absorção de cálcio pelo intestino e um aumento no tamanho dos ovos, resultando em uma diminuição da espessura e porcentagem de casca e na resistência à quebra. A diminuição na qualidade do ovo é de grande preocupação para a segurança alimentar, pois os ovos com cascas danificadas são mais facilmente contaminados por bactérias (ABOU-ELKHAIR et al., 2018).

Diversas estratégias nutricionais são desenvolvidas visando melhorar as propriedades de qualidade de ovo. A manipulação dos níveis proteicos e de aminoácidos na ração vem sendo bastante estudada como forma de alterar o tamanho dos ovos e reduzir os problemas de qualidade de casca em aves com idade avançada (PAVAN et al., 2005). Andrade et al. (2003) verificaram que aves alimentadas com rações contendo baixo teor de proteína bruta suplementadas com metionina, lisina e triptofano produziram ovos com peso inferior aos das aves alimentadas com dietas com nível normal de proteína.

Outro ponto importante para melhorar a qualidade de ovo é a utilização de minerais orgânicos, pois esses encontram-se ligados a um carreador orgânico como aminoácidos ou peptídeos, formando uma estrutura cíclica mais estável e solúvel. Desse modo, os minerais são absorvidos por carreadores intestinais de aminoácidos e de peptídeos, reduzindo assim a competição entre minerais pelos mesmos mecanismos de absorção, aumentando a sua biodisponibilidade (LEESON & SUMMERS, 1997).

O pidolato de cálcio é uma fonte orgânica de cálcio, formado com cerca 13,5% de cálcio e 86,5% de ácido pirrolidona carboxílico, sendo esse precursor direto dos aminoácidos arginina e prolina que fazem da síntese de proteínas carreadora de cálcio da membrana intestinal (CaBp), o que facilita a absorção e a biodisponibilidade do mineral (LAURENCEAU et al., 2011; PRICE, 2012; VILELLA, 2016). Pesquisas já avaliaram a eficiência do aditivo, Joshi et al. (2019), estudando a suplementação de 500 g/tonelada de ração de pidolato de cálcio, com níveis de 2, 3 e 4% de cálcio na ração de poedeiras no segundo ciclo de postura, observaram menor número de ovos com rachaduras na casca.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da redução de proteína bruta e a suplementação de L-pidolato de cálcio na ração de poedeiras leves em idade avançada e avaliação econômica sobre o desempenho de poedeiras leves em idade avançada.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Idade da poedeira e a qualidade dos ovos

As características da casca do ovo podem variar em diferentes fases de idade das galinhas poedeiras. Galinhas em início de postura produzem ovos pequenos, variando de 35 a 45 gramas. O peso do primeiro ovo é dependente da idade em que a ave alcança a maturidade sexual e de fatores intrínsecos a ela, como a nutrição e o ambiente (CARVALHO et al., 2007).

O envelhecimento das aves gera sequências de postura mais curtas, no qual aumenta o intervalo entre as ovulações, seguida pelo aumento do tamanho do ovo, devido à síntese hepática depositar a mesma quantidade de gema em um número menor de folículos, além das aves velhas terem uma maior capacidade de depositar lipídeos na gema dos ovos. Dessa forma, ocorre queda na produção e na qualidade interna e externa dos ovos (PEEBLES et al. 2000; VIEIRA & BERTECHINI, 2001).

Zita et al. (2012) observaram aumento da porcentagem de gema com avanço da idade da poedeira Isa Brown entre 20<sup>a</sup> e 60<sup>a</sup> semanas de idade. Segundo Menezes et al. (2012), a idade da ave influenciou diretamente na qualidade do ovo. Eles utilizaram respectivamente poedeiras com 35, 40, 45 e 50 semanas. As poedeiras mais jovens (35 semanas) apresentaram maior valor da altura de albúmen e Unidade Haugh (UH) com relação às poedeiras de idade mais avançada.

O ovo aumenta até 20% o seu peso com a idade da ave, porém não ocorre aumento proporcional no peso da casca, logo, todo cálcio presente para formação da casca precisa ser distribuído por uma superfície maior. Isso porque as aves mais velhas possuem menor capacidade de absorção intestinal e de mobilização óssea de cálcio, uma vez que a taxa de retenção do cálcio nas aves jovens é de cerca de 60% e, para as mais velhas, de apenas 40% (KESHAVARZ & NAKAJIMA, 1993; CARVALHO et al., 2007; NA et al., 2016).

A baixa qualidade da casca dos ovos em aves com idade avançada também tem ligação com a baixa hidroxilação da vitamina D pela atividade da 25-hidroxicolecalciferol-1-hidroxilase, uma enzima envolvida na homeostase do cálcio, que ocorre nos rins, aves mais velhas perdem a capacidade de modulação dessa enzima (TRAVEL & NYS, 2011).

Segundo Ketta & Tumová (2016), com o aumento do tamanho do ovo, ocorre a diminuição na espessura da casca. Tumova e Ledvinka (2009,) relataram casca de ovo com 0,354 mm na idade de 56-60 semanas em comparação 0,372 mm com 20-24 semanas de idade. Outra variável de importância é a medição da resistência da casca do ovo, visto que, menor resistência causa maior porcentagem de ovos quebrados. Zita et al. (2009) observaram que houve um declínio na resistência da casca com o avançar da idade das aves. Corroborando com

esses resultados, Tumova et al. (2014) constataram diminuição da resistência da casca do ovo ( $3,33 \text{ kg/cm}^2$ ) em galinhas mais velhas em comparação com as mais jovens ( $3,60 \text{ kg/cm}^2$ ).

Além disso, a idade da galinha também afeta a gravidade específica dos ovos (KETTA, TŮMOVÁ; 2016). Roland (1979) analisou a qualidade da casca de ovos de galinhas poedeiras com idades de 32, 44, 56 e 68 semanas e constatou que a gravidade específica diminuiu significativamente com o aumento da idade das aves, obtendo valores de 1,089; 1,084; 1,082 e  $1,077 \text{ g/cm}^3$ , respectivamente.

Diversas estratégias nutricionais são desenvolvidas visando as propriedades específicas dos ovos. A primeira preocupação da modulação da qualidade do ovo é reduzir os defeitos, tanto na aparência quanto no sabor. Está bem conhecido que os macros minerais (cálcio e fósforo) atuam como componente estrutural da casca do ovo e desempenham papéis essenciais nessa função e que o tamanho do ovo geralmente aumenta com o aumento da proteína na ração (SHIM et al., 2013; WANG et al., 2017).

## **2.2 Proteína bruta na dieta de poedeiras comerciais**

As proteínas são moléculas que assumem diversas funções no organismo, tais como: parte estrutural dos tecidos orgânicos, formação de hormônios e enzimas, transportador de moléculas, além de exercerem forte influência sobre os índices produtivos e reprodutivos das aves, assumindo protagonismo nas formulações das rações (BERTECHINI, 2013). O nível proteico da ração é definido como a quantidade ideal de proteína para atender às necessidades em aminoácidos dos animais, considerando que o excesso de proteína na ração é economicamente dispendioso, além de elevar a excreção de nitrogênio, pois os aminoácidos serão desaminados e, posteriormente, excretados na forma de ácido úrico, e quando em excesso resulta em maior gasto de energia para sua excreção e, também, no aumento no incremento calórico, efeitos que podem limitar ou comprometer o desempenho das aves (DIONÍZIO, 2005; SILVA et al., 2010; COSTA et al., 2014).

Entretanto, o fornecimento de rações com níveis subestimados desse nutriente pode comprometer as funções fisiológicas desses animais, pois a redução do nível de proteína da dieta sem a devida suplementação de aminoácidos essenciais pode resultar em comprometimento do consumo e produção de ovos (PEGANOVA & EDER, 2003). No entanto, as aves não apresentam uma exigência específica para proteína bruta, mas sim para aminoácidos essenciais e não essenciais. Todavia, considerando que os aminoácidos não essenciais podem

ser sintetizados a partir de nitrogênio não específico, os níveis de proteína bruta da ração devem ser suficientes para garantir as necessidades dos aminoácidos essenciais (LIMA et al, 2014).

Nesse contexto, é importante ressaltar a importância dos níveis de proteína e aminoácidos na alimentação das poedeiras, tendo em vista que o requerimento de proteína está associado com a taxa de produção e tamanho dos ovos. As exigências de proteína e aminoácidos podem variar conforme o peso corporal, a taxa de crescimento e a produção das galinhas, pois essas dependem da ingestão diária de proteína, pois não possuem habilidade para armazená-la (PATTERSON & ADRIZAL, 2005; LIMA et al, 2014).

A resposta das aves à redução da proteína estar condicionada à extensão em que esse nutriente é reduzido na ração. Entretanto, a questão é o quanto se pode reduzir o nível dietético de proteína sem prejudicar o desempenho das aves, visto que os aminoácidos não essenciais poderiam passar a níveis marginais se tornando limitantes, prejudicando o desempenho animal.

O consumo de ração parece ser controlado pelo nível proteico. Segundo Baker (1993), há um aumento no consumo alimentar em rações com baixo nível proteico. Constatando isso, Mousavi et al. (2013), trabalhando de níveis de proteína bruta (15,5; 16,5; 17,5 e 18,5%) em rações de poedeiras leves no pico de produção, verificaram que a redução no aporte de proteína bruta da dieta proporcionou um aumento no consumo de ração. Corroborando com esses resultados, Junqueira et al. (2008), ao avaliar três níveis de proteína bruta (16; 18 e 20%) na ração poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção, também verificaram aumento no consumo de ração pelas aves alimentadas com menor teor de proteína bruta.

Ainda de acordo com Peganova & Eder (2003), a redução do nível de proteína da dieta sem a devida suplementação de aminoácidos essenciais pode resultar em redução da produção de ovos. E o aporte inadequado de proteína na fase de produção pode acarretar catabolismo de proteína corporal, principalmente as do músculo esquelético (KLASING, 1998)

Entretanto, em situações de excesso, a redução dos níveis proteicos em rações para poedeiras, além de diminuir o incremento calórico, melhora a eficiência de utilização dos nutrientes, contribuindo para o aumento de produtividade (LIMA et al, 2014). De acordo com Viana et al. (2014), é possível reduzir de 17 para 16% o nível de proteína bruta em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade sem prejudicar os parâmetros de desempenho produtivo e qualidade de ovo.

Para Rashid et al. (2012), a alimentação de aves criadas em climas quentes com altos níveis de proteína não é recomendada devido ao alto incremento de calor resultante da digestão das proteínas, pois os níveis elevados aumentam a carga de calor a ser dissipado, comprometendo o desempenho das aves (COSTA et al., 2004).

### **2.3 Efeito dos níveis de proteína bruta sobre o desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras comerciais**

Ao contrário dos carboidratos e lipídios, a proteína não pode ser armazenada pelo organismo e, portanto, a produção e a qualidade dos ovos são dependentes da ingestão diária, o que torna imprescindível que a concentração de proteína da dieta esteja adequada para a fase de produção (PESTI, 1992). Além de essenciais para a síntese de proteína corporal, as proteínas também contribuem de maneira significativa na composição do ovo. Cerca de 80% da proteína absorvida pela poedeira é destinada à produção de ovos, quando há uma estimativa precisa de aminoácidos essenciais necessários. O ovo contém cerca de 12% de proteína bruta, sendo 42% na gema, 55% no albúmen e 3% na casca, porém o perfil aminoacídico é diferente em cada um desses componentes (LEESON & SUMMERS, 2001).

Dessa forma, o conhecimento das exigências proteicas para aves na fase de produção é de fundamental importância, devido a grande quantidade necessária desse nutriente para a formação da gema e, especialmente, do albúmen. Aves alimentadas com nível adequado de proteína na ração, em comparação com níveis subótimos, apresentam maior taxa de síntese proteica no fígado e no oviduto, principais órgãos envolvidos na síntese das proteínas que constituem a gema e o albúmen do ovo (MARAMATSU et al. 1987). Assim, quando fornecida em níveis inferiores às exigências, a proteína bruta promove redução na produção de ovos por conta do desvio de parte desta para funções menos vitais, prejudicando a produção (JORDÃO FILHO et al., 2006).

Andrade et al. (2003) verificaram que aves alimentadas com rações contendo baixo teor de proteína bruta suplementadas com metionina, lisina e triptofano produziram ovos com peso inferior aos das aves alimentadas com dietas com nível normal de proteína. Silva et al. (2010), avaliando o desempenho de poedeiras Hisex White de 48 a 56 semanas de idade, alimentadas com rações com quatro níveis de proteína bruta (12, 14, 16 e 18%) e dois de lisina (0,85 e 1,00%), observaram que o tratamento com 12% de proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos não comprometeu a produção de ovos, porém o peso dos ovos, a massa de ovos e a porcentagem de albúmen responderam positiva e linearmente ao aumento dos níveis de proteína bruta na dieta.

Carlos et al. (2012), ao avaliar a redução de 17,4% para 15,4% no teor de proteína em dietas para poedeiras leves e semipesadas no período de 23 a 39 semanas de idade, observaram redução significativa na produção de ovos das aves.



Já o fornecimento dos níveis adequados de proteína é favorável tanto para as aves, que potencialmente desempenharão suas funções metabólicas, quanto para os produtores, uma vez que poderão maximizar os recursos financeiros por meio da economia com fontes proteicas (BARROS, 2006). Mousavi et al. (2013), trabalhando com níveis de proteína bruta de 15,5 a 18,5% na ração de poedeiras comerciais, observaram que a redução da proteína bruta não causou efeitos negativos sobre a porcentagem de albúmen, gema e casca de ovo. Silva et al. (2006), ao reduzirem o nível de proteína da ração de 16,5% para 15,25% e 14%, sem suplementação de lisina e/ou metionina, observaram que os parâmetros de qualidade de ovos de poedeiras leves no pico da produção não foram influenciados pelo teor de proteína da dieta.

O tamanho do ovo pode ser manipulado com o aumento ou a diminuição dos níveis da proteína bruta na ração, e aves com idade avançada a diminuição do tamanho do ovo leva a melhora na qualidade da casca, com aumento na porcentagem, espessura e gravidade específica desta. Rombola et al. (2004) avaliaram quatro níveis de proteína bruta de 12, 14, 16 e 18% para poedeiras com 49 a 56 semanas de idade. Verificaram que o peso dos ovos e a massa de ovos das aves alimentadas com as dietas contendo 12% de proteína bruta foram inferiores aos daquelas alimentadas com as dietas contendo 16 e 18%.

Atrelado a redução da proteína bruta na ração, outras estratégias podem ser incorporadas ao manejo nutricional para aumentar a biodisponibilidade de outros nutrientes essenciais para a produção e a qualidade dos ovos. O pidolato de cálcio é um precursor direto dos aminoácidos arginina e prolina, os quais são importantes para o organismo por serem essenciais para a síntese de proteínas transportadoras de cálcio (VILELLA, 2016).

## **2.4 Pidolato de cálcio**

O pidolato de cálcio é uma fonte orgânica de cálcio, também conhecido como piroglutamato de cálcio ou carboxilato de pirrolidona de cálcio. É um sal formado com cerca de 86,5% de ácido pirrolidona carboxílico e 13,5% de cálcio, apresentando alta solubilidade em água, pode ser administrado às aves via água de bebida ou ração (LAURENCEAU et al., 2011; PRICE, 2012).

É a única fonte de cálcio na qual o cálcio é transportado através de um substrato proteico. Dessa forma, o cálcio é liberado e ionizado mais rapidamente do que outros sais de cálcio, pois apresenta solubilidade em uma ampla faixa de pH. Conseqüentemente, enquanto outras fontes de cálcio são absorvidas apenas 10 - 30%, dependendo do pH do intestino, o pidolato de cálcio pode ser absorvido a 95%, pois é independente do pH. Já ácido pirrolidona carboxílico é

precursor direto dos aminoácidos arginina e prolina, os quais são importantes para o organismo por serem essenciais para a síntese de proteínas carreadoras de cálcio da membrana intestinal (CaBp), assim, quanto maior a presença dessas proteínas, melhor a absorção do cálcio. Além disso, esses aminoácidos são responsáveis pela formação das fibras de colágeno presentes nos ossos, na membrana da casca do ovo, nas articulações e na pele das aves (VILELLA, 2016).

Esses constituintes proteicos garantem melhor absorção intestinal, fácil circulação no sangue e excelente ligação tecidual. Como já foi citado, à medida que a idade avança, a galinha perde a capacidade de absorver quantidade adequada de cálcio do intestino e mobilizar quantidades suficientes do mineral dos ossos para o desenvolvimento da casca do ovo (JOSHI, 2019).

Sendo assim, a suplementação do pidolato de cálcio na ração de poedeiras faz-se necessária principalmente para melhorar a qualidade externa dos ovos. Sua inclusão pode variar de 150 e 1200 g/tonelada de ração, que vai depender da idade das galinhas, tempo de fornecimento e temperatura do ambiente (LAURENCEAU, 2007). Segundo Joshi et al. (2019), a suplementação de pidolato de cálcio 500 g/tonelada de rações, com níveis de 2, 3 e 4% de cálcio na ração de poedeiras no segundo ciclo de postura, resultou em menor número de ovos com rachadura na casca.

Agblo & Duclos (2011) observaram diminuição na proporção de ovos trincados (27%) e aumento na produção de ovos (2%) quando poedeiras Hy-Line Brown com 62 semanas de idade foram suplementadas com pidolato de cálcio. Os autores concluíram que a utilização do pidolato de cálcio pode ser uma alternativa para aumentar a qualidade da casca de ovos de poedeiras em idade avançada.

Valderrama & Roulleau (2013) constataram que a suplementação de 300 g/tonelada de ração de pidolato de cálcio na ração de poedeiras a partir de 55 semanas de idade aumentou em 5% a produção de ovos e reduziu em 25% a proporção de ovos trincados. De forma similar, Bain et al. (2018) concluíram que a suplementação na ração de poedeiras com pidolato de cálcio 300 g/tonelada de ração, a partir 50 semanas de idade, pode ser uma maneira econômica de manter a qualidade dos ovos e persistir a postura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará, localizado em Fortaleza, Brasil, sobre o protocolo CEUA nº 3334061020 e está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal adotados pelo CONCEA.

As atividades foram desenvolvidas no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (DZ/CCA/UFC). O experimento foi realizado em um galpão convencional de criação de aves de postura, em gaiolas de 1 metro de comprimento com 4 subdivisão de arame galvanizado (25 x 40 x 30 cm), com capacidade para 2 aves por subdivisões, sendo essas em sistema piramidal e equipadas com comedouros lineares tipo calha de chapa galvanizada, bebedouro tipo nipple e coletor de ovos.

Foram utilizadas 360 poedeiras comerciais da linhagem *Lohmann White* com 78 semanas de idade. As aves foram selecionadas com base no peso e percentual de produção de ovos e distribuídas uniformemente nas gaiolas, de modo que todas as repetições continham aves com pesos e produção de ovos similares, conforme recomendações de Sakomura e Rostagno (2016).

Foram formuladas rações a base de milho, farelo de soja, fosfato bicálcico e calcário calcítico, sendo uma ração controle e as outras rações suplementadas com níveis de pidolato de cálcio e reduzidas a proteína bruta.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 (3 níveis de proteína bruta x 3 níveis de L-pidolato de cálcio) totalizando 9 tratamentos, sendo cinco repetições e oito aves por unidade experimental. Os fatores estudados foram: redução de proteína bruta (PB) da ração em 0, 5 e 10% e suplementação de L-Pidolato de cálcio, nos níveis de 0, 150 e 300 g/tonelada de ração. Dessa forma, os tratamentos aplicados foram: 1- PB normal sem adição de L- pidolato cálcio (controle); 2- redução de 5% de PB e sem adição de L- pidolato cálcio; 3- redução de 10% de PB e sem adição de L- Pidolato de cálcio; 4- PB normal com 150 g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 5- redução de 5% PB e adição de 150 g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 6- redução de 10% PB e adição de 150 g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 7- PB normal com 300 g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 8- redução de 5% PB e adição 300 g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio; 9- redução de 10% PB e adição 300 g/tonelada de ração de L- pidolato cálcio.

As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais propostas no manual da linhagem *Lohmann White*. Foram considerados os valores nutricionais e energéticos dos ingredientes apresentados por Rostagno et al (2017).

Tabela 1 - Composição e níveis nutricionais calculados das rações experimentais para poedeira leves com idade avançada

Ingredientes	Nível de redução da proteína bruta		
	0%	5%	10%
Milho	63,152	64,453	65,754
Farelo de soja	24,181	22,198	20,215
Calcário calcítico	9,659	9,663	9,667
Fosfato bicálcico	1,419	1,434	1,449
Sal comum	0,350	0,350	0,351
DL-metionina	0,119	0,108	0,098
Suplemento vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050
Inerte	0,970	1,643	2,316
Pidolato de cálcio	0,000	0,000	0,000
Total	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional e energética calculada			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.750	2.750	2.750
Proteína bruta %	16,030	15,229	14,427
Metionina + cistina digestível (%)	0,570	0,542	0,513
Metionina digestível (%)	0,337	0,318	0,299
Lisina digestível (%)	0,727	0,679	0,631
Treonina digestível (%)	0,522	0,495	0,468
Triptofano digestível (%)	0,167	0,156	0,145
Valina digestível (%)	0,664	0,630	0,595
Cálcio (%)	4,000	4,000	4,000
Fósforo disponível (%)	0,360	0,360	0,360
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160
Cloro (%)	0,249	0,248	0,248
Potássio (%)	1,054	1,030	1,006

<sup>1</sup> Valores de ingredientes obtidos em agosto/2022 no município de Fortaleza-CE;

<sup>2</sup> Composição por Kg do produto: Vit. A – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 – 2.500.000,00 UI; Vit. E – 20.000,00 mg; Vit. K3 – 2.500,00 mg; Vit. B1 – 2.000,00 mg; Vit. B2 – 6.000,00 mg; Vit. B12 – 15,00 mg; Niacina – 35.000,00 mg; Ácido pantotênico – 12.000,00 mg; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 1.500,00 mg; Selênio – 250,00 mg; Biotina – 100,00 mg;

<sup>3</sup> Composição por Kg do produto: Ferro – 100.000,00 mg; Cobre – 20,00 g; Manganês – 130.000,00 mg; Zinco – 130.000,10 mg; Iodo – 2.000,00 mg.

O período experimental foi de 105 dias, divididos em cinco períodos com duração de 21 dias cada. O programa de luz utilizado foi de 16 horas de luz por dia. Durante o período experimental, os dados de temperatura e de umidade relativa média do ar foram coletados através de datalogger, sendo registradas médias de temperatura e umidade relativa do ar de 28,52 °C e 74,48%, respectivamente.

As variáveis avaliadas foram: desempenho das aves, qualidade interna e externa dos ovos e viabilidade econômica.

### **3.1 Avaliação do desempenho das aves**

Na avaliação do desempenho das aves foram avaliados:

Consumo de ração (g/ave/dia) - a ração fornecida no início e as sobras, ao final de cada fase, foram pesadas e por diferença foi calculado o consumo de ração.

Porcentagem de postura (%/ave/dia) - a produção de ovos foi registrada diariamente por gaiola e no final de cada período foram calculadas as porcentagens de postura por repetição.

Massa de ovo (g/ave/dia) - a partir do número de ovos e do peso médio do ovo, foi calculada a massa de ovo por repetição e por período.

Conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo) - a partir dos dados de consumo de ração e da massa de ovo produzida, foi realizado o cálculo da conversão alimentar para cada repetição por período.

### **3.2 Avaliação da qualidade externa e interna dos ovos frescos**

Para a avaliação da qualidade dos ovos, durante os 5 períodos experimentais, um dia por semana todos os ovos de cada parcela foram coletados, identificados e levados para o laboratório de avaliação da qualidade de ovos, localizado nas dependências do Setor de Avicultura/DZ/CCA/UFC, onde foram armazenados à temperatura de 22°C até o dia seguinte, quando foram realizadas as medidas para o cálculo das variáveis de qualidade dos ovos estudadas:

Peso médio dos ovos (g), a determinação do peso médio dos ovos (g) foi realizada por meio de pesagens individuais de todos os ovos de cada repetição, em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g. Depois da pesagem, calculou-se o peso médio dos ovos.

Após a ovoscopia, foram selecionados três ovos por unidade experimental para serem submetidos, em sequência, as demais determinações:

A densidade específica (g/cm<sup>3</sup>), a densidade específica (DE) dos ovos foi determinada conforme procedimentos descritos por Freitas et al. (2004). Para obtenção do peso do ovo no ar e na água, foi montado o sistema de pesagem dos ovos sobre balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g. Os dados foram anotados para o cálculo da DE, através de uma planilha do programa de Excel.

Qualidade do albúmen (unidades Haugh) – a avaliação da qualidade do albúmen foi realizada com a determinação das unidades Haugh. Para isso, após a determinação da densidade

específica, os ovos foram quebrados sobre uma superfície plana de vidro e, com a utilização de um micrômetro de profundidade, foi medida a altura (mm) do albúmen denso. Com as medidas de peso do ovo no ar e a altura do albúmen, foram realizados os cálculos utilizando-se a equação:  $UH = 100 \times \log (H - 1,7 \times P^{0,37} + 7,6)$ , onde: UH = unidades Haugh; H = altura do albúmen em mm e P = peso do ovo em g.

Percentual gema (%) - após a medida da altura do albúmen, foi separado o albúmen da gema, sendo essa retirada e pesada. Para se obter o seu percentual, o peso da gema foi dividido pelo peso do ovo, multiplicando-se o valor obtido por 100.

Percentual de casca (%) - após a quebra dos ovos, as cascas foram separadas, lavadas e postas para secar em estufa com circulação de ar e temperatura de 55 ° C por 48 horas. Depois de secas, foram pesadas em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g. Para obter o percentual, o peso da casca foi dividido pelo peso do ovo, multiplicando-se o valor obtido por 100.

Percentual de albúmen (%) - o percentual de albúmen foi obtido por diferença, onde:  $\% \text{ albúmen} = 100 - (\% \text{ gema} + \% \text{ casca})$ .

Espessura da casca (mm) – para a determinação da espessura da casca dos ovos, após a pesagem das cascas, foram retirados fragmentos de casca dos polos maior e menor e região equatorial dos ovos, para medida da espessura da casca em cada região com o uso de micrômetro digital com divisões de 0,01mm. A espessura da casca foi considerada como a média da espessura obtida nas três regiões do ovo.

### 3.3 Viabilidade econômica

Para determinar a viabilidade econômica da redução do nível de proteína bruta nas rações e da inclusão L-Pidolato de cálcio, foi determinado o custo da ração por quilograma de ovo produzido, de acordo com a equação proposta por Bellaver et al. (1985), considerando  $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$ , em que  $Y_i$  = gasto com ração por quilograma de peso corporal no i-ésimo tratamento;  $P_i$  = preço do quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento e  $G_i$  = ganho de peso do i-ésimo tratamento.

Foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho et al. (1992):  $IEE = (MC_{ei} / CT_{ei}) \times 100$  e  $IC = (CT_{ei} / MC_{ei}) \times 100$ , em que  $MC_{ei}$  = menor custo da ração por quilograma de ganho, observado entre tratamentos e  $CT_{ei}$  = custo do tratamento i considerado.

Os valores (preços/kg) dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos foram obtidos na região metropolitana de Fortaleza, no mês de agosto de 2022, sendo: milho (R\$ 1,53), farelo

de soja (R\$ 3,10), calcário calcítico (R\$ 0,30), fosfato bicálcico (R\$ 3,00), sal comum (R\$ 0,32), DL-metionina (R\$ 21,39), suplemento vitamínico (R\$ 25,14), suplemento mineral (R\$ 14,83), inerte (R\$ 0,10) e pidolato de cálcio (R\$ 95,00). As rações dos tratamentos que tiveram apenas reduções da proteína bruta nos níveis 0,5 e 10% tiveram o custo do quilograma de R\$ 1,85, R\$ 1,80 e R\$ 1,76, enquanto o valor do quilograma das rações com os mesmos níveis de redução da proteína bruta e com as inclusões de 150 e 300 g/tonelada de L-pidolato de cálcio foram respectivamente de R\$ 1,86, R\$ 1,82 R\$ 1,78, R\$ 1,88 R\$ 1,83 e R\$ 1,79.

### **3.4 Análise estatística dos dados**

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o *software* Statistical Analyses System (SAS, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância segundo um modelo inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 níveis de PB na ração x 3 suplementações de L-pidolato de cálcio) e as médias comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do desempenho das poedeiras comerciais alimentadas com rações reduzida de proteína bruta e suplementação de L-pidolato de cálcio (Tabela 2), observou-se que não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre os fatores redução da PB e L-pidolato de cálcio sobre as variáveis estudadas. A suplementação de L-pidolato de cálcio também não influenciou significativamente ( $P > 0,05$ ) o consumo de ração, a produção de ovos, o peso dos ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar. No entanto, a redução da PB da ração influenciou a produção de ovos, o peso dos ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar.

Tabela 2 - Desempenho de poedeiras comerciais leves (78 - 99 semanas de idade) alimentadas com rações reduzidas em proteína bruta e suplementação de L-pidolato de cálcio

Fatores	Consumo (g/ave/dia)	Produção (%/ave/dia)	Peso do ovo (g)	Massa de ovo (g/ave/dia)	CA <sup>1</sup> (Kg/Kg)
<b>RPB</b>					
0 %	108,34	87,77 <sup>a</sup>	64,14 <sup>a</sup>	56,28 <sup>a</sup>	1,93 <sup>b</sup>
5%	107,71	88,19 <sup>a</sup>	63,13 <sup>b</sup>	55,68 <sup>a</sup>	1,94 <sup>b</sup>
10 %	107,35	84,28 <sup>b</sup>	63,20 <sup>b</sup>	53,28 <sup>b</sup>	2,02 <sup>a</sup>
<b>LPC</b>					
0 g/tonelada	107,58	86,67	63,55	55,09	1,96
150 g/tonelada	108,46	87,99	63,26	55,65	1,95
300 g/tonelada	107,36	85,59	63,66	54,42	1,97
<b>ANOVA<sup>2</sup></b>			<b>p – valor</b>		
RPB <sup>3</sup>	0,2104	0,0116	0,0221	0,0041	0,0065
LPC <sup>4</sup>	0,1319	0,2198	0,5616	0,4278	0,7344
RPB x LPC	0,2304	0,1126	0,7038	0,0784	0,1232
EPM <sup>5</sup>	0,2423	0,6298	0,1652	0,4231	0,0132

<sup>1</sup> CA = Conversão alimentar; <sup>2</sup> ANOVA = Análise de variância ( $P < 0,05$ ); <sup>3</sup> RPB = Redução da proteína bruta; <sup>4</sup> LPC = L-pidolato de cálcio; <sup>5</sup> EPM = Erro padrão da média; \*Na coluna, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ).

Conforme os resultados, a redução da PB da ração não influenciou o consumo de ração, resultado semelhante ao de Viana (2013). Contudo, a redução de 5% influenciou significativamente o peso dos ovos, resultando em ovos com menor peso em relação ao peso dos ovos obtidos com o nível normal de PB e semelhante ao obtido com 10% de PB. Por sua vez, a redução de 10% na PB da ração reduziu ( $P < 0,05$ ) a produção, o peso e a massa de ovos e piorou a conversão alimentar em relação aos resultados obtidos com o nível normal de PB, e em relação a redução de 5% da PB da ração só não piorou o peso dos ovos.

A exigência de proteína bruta da poedeira está diretamente relacionada à taxa de produção de ovos. Contudo, além da produção, a proteína da dieta influencia o tamanho dos ovos e a sua qualidade. Nesse contexto, como a proteína não pode ser armazenada no corpo para ser disponibilizada aos processos produtivos, a produção e a qualidade dos ovos são dependentes



da ingestão diária, o que torna imprescindível que a concentração de proteína da ração e que o consumo de ração esteja adequado para atingir a produção de ovos desejada (PESTI, 1992). Porém, a redução do nível de proteína da dieta sem a devida suplementação de aminoácidos essenciais pode resultar em redução na ingestão destes aminoácidos e, conseqüentemente, prejudicar a produção ou o peso ou a qualidade dos ovos (PEGANOVA & EDER, 2003). Diante do exposto, vários aspectos de como o nível de proteína da ração influencia o desempenho das aves devem ser considerados para justificar os resultados obtidos na presente pesquisa.

Considerando que o consumo de ração pelas poedeiras não variou significativamente e que as rações diferiam no nível de PB e nos aminoácidos, pode-se inferir que a redução de 5% da PB da ração já foi suficiente para prejudicar o tamanho dos ovos, o que pode ser associado a uma menor disponibilidade de aminoácidos para síntese dos seus constituintes. A redução no tamanho dos ovos pode ser considerada o primeiro sinal para o não atendimento das exigências em PB das poedeiras. Por sua vez, a redução de 10% da PB da ração promoveu redução na produção de ovos e no tamanho dos ovos, indicando que as exigências em aminoácidos das aves não foram atendidas ao ponto de prejudicar a produção e o tamanho dos ovos e, conseqüentemente, piorando a conversão alimentar.

Quanto ao efeito do L-pidolato de cálcio sobre a produção de ovos, os resultados encontrados divergem dos resultados obtidos por Isaac et al. (2015), que constataram aumento significativo na produção de ovos e melhora na conversão alimentar com a dição de 300g/tonelada de L-pidolato de cálcio na alimentação de poedeiras *Lohmann White*, com 56 semanas. Valderrama & Roulleau (2013) constataram que a suplementação de 300 g/tonelada de ração de pidolato de cálcio na ração de poedeiras a partir de 55 semanas de idade aumentou em 5% a produção de ovos.

Já Nogueira (2017) não verificou efeito significativo para produção de ovos, porém houve piora na conversão alimentar das aves alimentadas 600g/tonelada de ração de L-pidolato de cálcio. Nesse contexto, Laurence (2007) relatou que fatores como idade, temperatura e horário de alimentação devem ser levados em consideração quanto a utilização do L-pidolato de cálcio, uma vez que podem influenciar nas respostas às doses utilizadas.

Na avaliação da qualidade dos ovos das poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo proteína bruta reduzida e suplementação de L-pidolato de cálcio (Tabela 3), observou-se que não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os fatores, nível de proteína e suplementação de L-pidolato e também não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da suplementação de L-pidolato de cálcio e da redução no nível de PB da ração sobre a densidade específica, Haugh, percentagem de albúmen, gema e casca e espessura da casca.

Tabela 3 – Qualidade de ovos de poedeiras comerciais (78 - 99 semanas de idade) alimentadas com rações reduzidas em proteína bruta e suplementa de L-pidolato de cálcio

Fatores	Variáveis <sup>1</sup>					
	DE (g/cm <sup>3</sup> )	UH	AL (%)	GE (%)	CS (%)	EC (mm)
RPB						
0 %	1,081	87,81	64,34	26,44	9,24	0,38
5%	1,081	89,10	64,24	26,57	9,20	0,37
10 %	1,081	88,31	64,69	26,29	9,18	0,37
LPC						
0 g/tonelada	1,081	88,89	64,60	26,26	9,16	0,38
150 g/tonelada	1,081	88,39	64,27	26,52	9,21	0,37
300 g/tonelada	1,081	87,85	64,33	26,51	9,24	0,37
ANOVA <sup>2</sup>		<i>p</i> – valor				
RPB <sup>3</sup>	0,4110	0,2461	0,2886	0,4938	0,5448	0,1708
LPC <sup>4</sup>	0,0734	0,3488	0,3564	0,4689	0,4166	0,8674
RPB x LPC	0,2779	0,3997	0,0696	0,6759	0,0841	0,2680
EPM <sup>5</sup>	0,0001	0,3177	0,1038	0,0944	0,0255	0,0010

<sup>1</sup> DE = Densidade específica; UH = Unidade Haugh; GE = Gema; AL = Albúmen; CS = Casca; EC = Espessura de casca; <sup>2</sup> ANOVA = Análise de variância (P<0,05); <sup>3</sup> RPB = Redução da proteína bruta; <sup>4</sup> LPC = L-pidolato de cálcio; <sup>5</sup> EPM = Erro padrão da média; \*Na coluna, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste SNK (P < 0,05).

Quanto ao efeito da PB da ração sobre os componentes dos ovos, os resultados das pesquisas têm indicado discrepâncias consideráveis, pois, enquanto alguns estudos sugerem que a composição do ovo e a proporção entre gema e albúmen podem ser alteradas à medida que o nível de proteína aumenta na ração, outros não relataram nenhuma alteração na composição do ovo devido a alterações na proteína da ração (RATRIYANTO, et al 2017). Assim, a ausência de efeito significativo da redução do nível de PB da ração sobre a qualidade dos ovos e a proporção dos seus constituintes está de acordo com a literatura.

Todavia, baseados nas informações de alguns pesquisadores de que o aumento da proteína da ração diminuiu significativamente a porcentagem de casca dos ovos devido ao aumento significativo do peso do ovo à medida que o nível de proteína aumentou (GUNAWARDANA et al. 2008). Postulou-se a hipótese de que poedeiras em idade avançada, que normalmente produzem ovos grandes e com pior qualidade de casca, poderiam ser alimentadas com menor nível de PB na ração e, assim, produzirem ovos menores, mas com melhor qualidade de casca, sendo esse um efeito indireto (GALEA, 2011). Contudo, essa hipótese não se comprovou na presente pesquisa, visto que a redução no tamanho dos ovos com a menor proporção de PB na ração não foi acompanhada pela melhor qualidade da casca.

Entre as justificativas para a inclusão do L-pidolato de cálcio na ração está a possibilidade de melhoria nos indicadores de qualidade da casca. Agblo & Duclos (2011) observaram

diminuição na proporção de ovos trincados (27%) e aumento na produção de ovos (2%) quando poedeiras *Hy-Line Brown* com 62 semanas de idade foram suplementadas com pidolato de cálcio. Os autores concluíram que a utilização do pidolato de cálcio pode ser uma alternativa para aumentar a qualidade da casca de ovos de poedeiras em idade avançada.

Contudo, esse efeito não foi observado nesta pesquisa para as poedeiras após 78 semanas de idade. Os resultados obtidos se assemelham às observações de Nogueira (2017) e Joshi et al. (2019) de que a adição de L-pidolato de cálcio para galinhas poedeiras não teve efeito significativo sobre a qualidade da casca dos ovos.

Na avaliação da viabilidade econômica do uso de rações com níveis de proteína bruta reduzida e da suplementação de L-pidolato de cálcio na alimentação das poedeiras (Tabela 4), observou-se que não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os fatores, nível de proteína bruta e suplementação de L-pidolato e, também, não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) da suplementação de L-pidolato de cálcio e da redução no nível de PB da ração sobre o custo com alimentação por kg de ovos produzido, índice de eficiência econômica e índice de custo.

Tabela 4 - Viabilidade econômica do uso de rações reduzidas em proteína bruta e da suplementação de L-pidolato de cálcio na alimentação das poedeiras comerciais (78 - 99 semanas de idade).

Fatores	Custo com kg de ração/kg de ovo	Índice de eficiência econômica (%)	Índice de custo (%)
RPB			
0%	3,59	97,98	102,02
5%	3,52	100,00	100,00
10%	3,59	98,21	101,79
LPC			
0 g/tonelada	3,53	100,00	100,00
150 g/tonelada	3,55	99,26	100,74
300 g/tonelada	3,62	97,33	102,67
ANOVA <sup>1</sup>		p-valor	
RPB <sup>2</sup>	0,3392	0,2925	0,3453
LPC <sup>3</sup>	0,1923	0,1846	0,1969
RPB X LPC	0,1088	0,1194	0,1068
EPM <sup>4</sup>	0,023	0,601	0,650

<sup>1</sup> ANOVA = Análise de variância ( $p < 0,05$ ); <sup>2</sup> RPB = Redução da proteína bruta; <sup>3</sup> LPC = L-pidolato de cálcio; <sup>4</sup> EPM = Erro padrão da média.

As rações dos tratamentos que tiveram apenas reduções da proteína bruta nos níveis 0, 5 e 10% tiveram o custo do quilograma de R\$ 1,85, R\$ 1,80 e R\$ 1,76, enquanto o valor do quilograma das rações com os mesmos níveis de redução da proteína bruta e com as inclusões de 150 e 300 g/tonelada de L-pidolato de cálcio foram respectivamente de R\$ 1,86, R\$ 1,82 R\$

1,78, R\$ 1,88 R\$ 1,83 e R\$ 1,79. Nesse contexto, a redução no nível de PB da ração reduz o custo da ração em aproximadamente 2,7% e 4,9%, para a redução de 5 e 10%, respectivamente. Mesmo diminuindo o preço do kg de ração, o uso da ração com proteína reduzida não melhorou significativamente os indicadores de viabilidade econômica dos custos com a alimentação, em razão das aves alimentadas com níveis mais baixos de PB na ração terem apresentado pior desempenho.

Quanto ao efeito do uso do L-pidolato de cálcio nos custos com alimentação, observou-se que a suplementação eleva o preço do Kg de ração, contudo, o seu uso em rações reduzidas em PB reduz o impacto da suplementação no custo da ração.

## **5 CONCLUSÕES**

É possível reduzir 5% da proteína bruta da ração (16,04% para 15,23% PB) de poedeiras comerciais leves (78 - 99 semanas de idade) sem afetar o desempenho e a qualidade dos ovos e obter os melhores indicadores de viabilidade econômica dos custos com alimentação.

A suplementação de L-pidolato de cálcio até o nível de 300g por tonelada de ração não foi capaz de influenciar o desempenho das aves e a qualidade dos ovos.

## REFERÊNCIAS

- ABOU-ELKHAIR, R., SELIM, S., HUSSEIN, E. Effect of supplementing layer hen diet with phytogenic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents. **Animal nutrition**, v. 4, n. 4, p. 394-400, 2018. DOI: 10.1016/j.aninu.2018.05.009
- AGBLO P & DUCLOS J. Effect of calcium pidolate supplementation through drinking water on zootechnic performances in aged laying hens; Downgraded eggs ratio, hen-day egg production and packed eggs. 9th **French Poultry Research Days**. March, p. 344-348, 2011. Disponível em: <http://www.wpsa.com/index.php/publications/wpsa-proceedings/009-pdf/viewdocument/82>.
- AHMADI, F., & RAHIMI, F. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens: a review. **World applied Sciences journal**, v. 12, n. 3, p. 372-384, 2011. Disponível em: [https://idosi.org/wasj/wasj12\(3\)/21.pdf](https://idosi.org/wasj/wasj12(3)/21.pdf). Acesso em: 10 out. 2022.
- AN, S. H.; KIM, D. W.; AN, BK. Effects of dietary calcium levels on productive performance, eggshell quality and overall calcium status in aged laying hens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 29, n. 10, p. 1477, 2016. DOI: 10.5713/ajas.2010.90517.
- ANDRADE, L. **Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras no primeiro e segundo ciclos de produção alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e aminoácidos na ração**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 52p. 2003.
- BAIN, M., BRASS, D., GILL, R., POLLET, B., ISAAC, D. Calcium pidolate improves egg quality when it is fed to commercial layers from 50 weeks of age. In **29th ANNUAL AUSTRALIAN POULTRY SCIENCE SYMPOSIUM**. p. 110, 2018. Disponível em: [https://www.dietaxion.com/media/article\\_apss\\_2018.pdf](https://www.dietaxion.com/media/article_apss_2018.pdf). Acesso em: 14 out. 2022. 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: Nottingam University, p. 60-75, 1993.
- BAR, A., STRIEM, S., ROSENBERG, J., HURWITZ, S. Egg shell quality and cholecalciferol metabolism in aged laying hens. **The Journal of nutrition**, v. 118, n. 8, p. 1018-1023, 1988. DOI: 10.1093/jn/118.8.1018.
- BARROS, L. R.; COSTA, F. G. P.; COSTA, J. S.; SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; SAKOMURA, N. K.; JORDAO FILHO, J.; OLIVEIRA, C. F. S.; NASCIMENTO, G. A. J.; LIMA NETO, R. C.; BRANDAO, P. A.; PASCOAL, L. A. F. Níveis de proteína para frangas semipesadas no período de 1 a 18 semanas de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.2, p.131- 141, 2006. DOI: 10.1590/S1413-70542008000100037.
- BELLAVER C., FIALHO E.T., PROTAS J.F.S., GOMES P.C. Radicula de malte na alimentacao de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, p. 969-974, 1985.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 373p. 2013.

CARLOS, T. C. F.; FURLAN, J. J. M.; ARAÚJO, L. F. et al. Efeito da redução proteica na dieta de poedeiras comerciais no período de 23 a 39 semanas de idade. In: X Congresso de Produção e Comercialização de Ovos – APA, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, SP, p. 5-8, 2012.

CARVALHO, F. B. D., STRINGHINI, J. H., JARDIM FILHO, R. D. M., LEANDRO, N. S. M., CAFÉ, M. B., DEUS, H. A. S. B. D. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades, **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 25-29, 2007. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/1155>. Acesso em: 14 out. 2022.

COSTA, F. G. P., SOUZA, H. C. D., GOMES, C. A. V., BARROS, L. R., BRANDÃO, P. A., NASCIMENTO, G. A. J. D., AMARANTE JUNIOR, V. D. S. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 1421-1427, 2004. DOI: 10.1590/S1413-70542004000600027.

COSTA, F.G.P. et al. Exigências de aminoácidos para Aves. **Nutrição de Não Ruminantes**. SAKOMURA, N. K. et al., (editor). Jaboticabal: Funep, Cap. 4. Seção III, 2014.

DIONIZIO, M. A. **Níveis proteicos e suplementação aminoácídica na dieta de frangos de corte na fase de crescimento**. Tese (Doutorado em Zootecnia). UFV, Viçosa, 106p. 2005.

FIALHO E. T., BARBOSA H. P., FERREIRA A.S., GOMES P. C., GIROTTO A. F. Utilização da cevada em dietas suplementadas com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 1467-1475, 1992.

FIGUEIREDO JUNIOR, J. P., COSTA, F. G. P., GIVISIEZ, P. E. N., LIMA, M. R., SILVA, J. H. V., FIGUEIREDO-LIMA, D. F., SANTANA, M. H. M. Substituição de minerais inorgânicos por orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 5, p. 513-518, 2013. DOI: 10.1590/S0102-09352013000200030.

FREITAS, E. R., SAKOMURA, N. K., GONZALEZ, M. M., BARBOSA, N. A. A. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 509-512, 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000500014

GALEA, FABIEN . The effect of laying hen nutrition on egg quality. **International Poultry Production**. V. 19, n.8, p. 27-29, 2011. Disponível em: <http://www.positiveaction.info/pdfs/articles/pp19.8p27.pdf>. Acesso em: 14 out 2022.

GUNAWARDANA, P.; ROLAND SR, D. A.; BRYANT, M. M. Effect of energy and protein on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in molted Hy-Line W-36 hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, n. 4, p. 432-439, 2008.

ISAAC D, VALDERRAMA M AND ROULLEAU X. The effect of incorporation of calcium pidolate and oyster shell on the quantitative and qualitative parameters of egg production. **Australian Poultry Science Symposium**. v. 26, p. 36-39, 2015.

JORDÃO FILHO, J, SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G, COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, P. B. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de

postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1728-1734, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000600021.

JOSHI, N., DESAI, D., RANADE, A., AVARI, P. Effect of Calcium Pidolate on Egg Production and Egg Quality during Last Phase of Production Cycle with Reducing Levels of Inorganic Calcium. **International Journal of Livestock Research**, v. 9, n. 1, p. 125-133, 2019. DOI: 10.5455/ijlr.20180614071543.

KESHAVARZ, K; NARAJIMA, S. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 144-153, 1993. DOI: 10.3382/ps.0720144.

KETTA, M., & TŮMOVÁ, E.. Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. **Czech Journal of Animal Science**, 61(7), 299-309, (2016). DOI: 10.17221/46/2015-CJAS.

KIM, W. K.; BLOOMFIELD, S. A.; SUGIYAMA, T. Concepts and methods for understanding bone metabolism in laying hens. **World's Poultry Science Journal**, v. 68, n. 1, p. 71-82, 2012. DOI: 10.1017/S0043933912000086.

KLASING, C.K. Nutritional modulation of resistance to infections disease. **Poultry Science**, v.77, p.1119-1125, 1998. DOI: 10.1093/ps/77.8.1119.

LAURENCEAU, R. Composition for laying hens containing calcium L-pidolate. U.S. **Patent** v. 6, n. 362, p. 215; 2007.

LAURENCEAU, R.; ROULLEAU, X.; GARRES, P.; RENAC, J. Substitution of calcium carbonate by calcium pidolate during the critical breeding phase. **France**, p. 1-39, 2011.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Layer performance of four strains of Leghorn pullets subjected to various rearing programs. **Poultry Science**, v. 76, n. 1, p. 1-5, 1997.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D.; CASTON, L. J. Response of layers to low nutrient density diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 10, n. 1, p. 46-52, 2001.

LIMA, R. C., COSTA, F. G. P., GOULART, C. C., CAVALCANTE, L. E., FREITAS, E. R., SILVA, J. H. V., RODRIGUES, V. P. Exigência nutricional de proteína bruta para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de postura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1234-1242, 2014.

LOFFREDI, E.; GRASSI, S.; ALAMPRESE, C. Spectroscopic approaches for non-destructive shell egg quality and freshness evaluation: opportunities and challenges. **Food Control**, p. 108-255, 2021.

MARAMATSU, T.; HIRAMOTO, K.; TAKASI, I. et al. Effect of protein starvation on protein turnover in liver, oviduct and whole body of laying hens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 87, p.227-232, 1987.

MENEZES, P.C.; LIMA, E.R.; MEDEIROS, J.P. et al. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n.9, p.2064-2069, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000900014.



- MOUSAVI, S. L.; MOHAMMADI, G.; KHODADADI, M.; KEYSAMI, M. A. Silage production from fish waste in cannery factories of Bushehr city using mineral acid, organic acid, and biological method. **Intl J Agri Crop Sci**, v. 6, p. 610-616, 2013. Disponível em: file:///C:/Users/ronyb/Downloads/MosaviISI%20(1).pdf. ISSN 2227-670X. Acesso em: 10 out 2022.
- MOUSAVI, S. N., KHALAJI, S., GHASEMI-JIRDEHI, A., FOROUDI, F. Investigation on the effects of various protein levels with constant ratio of digestible sulfur amino acids and threonine to lysine on performance, egg quality and protein retention in two strains of laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 12, n. 1, 2013. DOI: 10.4081/ijas.2013.e2.
- NASRI, H., VAN DEN BRAND, H., NAJJAR, T., BOUZOUAIA, M. Egg storage and breeder age impact on egg quality and embryo development. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 104, n. 1, p. 257-268, 2020. DOI: 10.1111/jpn.13240.
- NOGUEIRA, H. S.; **Desempenho e qualidade óssea de galinhas poedeiras tratadas com L-pidolato de cálcio®**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2017.
- PANAITE, T. D., TURCU, R. P., SOICA, C., VISINESCU, P. Nutritional parameters of eggs from laying hens fed with flaxseed meal or mixture with rapeseed meal or rice bran. **Journal of Applied Animal Research**, v. 48, n. 1, p. 566-574, 2020. DOI: 10.1080/09712119.2020.1848846.
- PATTERSON, P. H.; ADRIZAL. Management strategies to reduce air emissions: emphasis-dust and ammonia. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.638- 650. 2005. DOI: 10.1093/japr/14.3.638.
- PAVAN, A. C., MÓRI, C., GARCIA, E. A., SCHERER, M. R., PIZZOLANTE, C. C. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 568-574, 2005. DOI: 10.1590/S1516-35982005000200026.
- PEEBLES, E. D.; ZUMWALT, C. D.; DOYLE, S. M.; GERARD, P.D.; LATOUR, M.A.; BOYLE, C.R.; SMITH, T.W. Effects of breeder age and dietary fat source and level on broiler breeder performance. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p.629-639, 2000. DOI: 10.1093/ps/79.5.698.
- PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry science**, v. 82, n. 1, p. 100-105, 2003. DOI: 10.1093/ps/82.1.100.
- PESTI, G. M. Temperatura ambiente e exigências de proteína e aminoácidos para poedeiras. In: **Simpósio Internacional de Não Ruminantes**, 1992, Lavras. In: Anais do Simpósio Internacional de Não Ruminantes, Lavras, p. 208-219, 1992.
- PRICE R. 2012. Calcium product promises fewer downgrades. **Poultry World. April** v, 166, n. 4, p. 39, 2012.
- RATRIYANTO, A.; INDRESWARI, R.; NUHRIAWANGSA, A. M. P. Effects of dietary protein level and betaine supplementation on nutrient digestibility and performance of

Japanese quails. **Brazilian journal of poultry science**, v. 19, p. 445-454, 2017. DOI: 10.1590/1806-9061-2016-0442.

ROLAND, D. A. Factors influencing shell quality of aging hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 58, p. 774-777, 1979. DOI: 10.3382/ps.0580774.

ROMBOLA, L. G.; RIZZO, M. F.; FARIA, D. E.; DEPONTI, B. J.; SILVA, F. H. A.; ARAÚJO, L. F. Alimentação de poedeiras com diferentes níveis de proteína e lisina: desempenho e qualidade de ovos. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – Trabalhos de Pesquisa. Anais...Santos - SP**, p.23, 2004.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., HANNAS, M. I., DONZELE, J. L., SAKOMURA, N. K., PERAZZO, F. G., BRITO, C. O. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4 a Ed., 2017.

SAKI, A., RAHMANI, A., YOUSEFI, A. Calcium particle size and feeding time influence egg shell quality in laying hens. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, 2019.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016.

SAS Institute. **SAS Users guide: Statistics**. Version 8. Carry, NC, 2000.

SHIM, M. Y., SONG, E., BILLARD, L., AGGREY, S. E., PESTI, G. M., SODSEE, P. Effects of balanced dietary protein levels on egg production and egg quality parameters of individual commercial layers. **Poultry science**, v. 92, n. 10, p. 2687-2696, 2013. DOI: 10.3382/ps.2012-02569.

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J. et al. Redução dos níveis protéicos e suplementação com metionina e lisina em rações para poedeiras leves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.491-496, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000200022.

SILVA, M. F. R., FARIA, D. E. D., RIZZOLI, P. W., SANTOS, A. L. D., SAKAMOTO, M. I., SOUZA, H. R. B. D. Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1280-1285, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000600017.

TRAVEL, A.; NYS, Y. Effect of hen age, moult, laying environment and egg storage on egg quality. In: NYS, Y., BAIN, M.; VAN IMMERSEEL, F. (Eds.) Improving the safety and quality of eggs and egg products. Cambridge: **Woodhead Publishing Limited**, v. 1, p. 300-329, 2011.

TUMOVA, E., GOUS, R. M., & TYLER, N. Effect of hen age, environmental temperature, and oviposition time on egg shell quality and egg shell and serum mineral contents in laying and broiler breeder hens. **Czech Journal of Animal Science**, 59(9), 435-443. 2014. DOI: 10.17221/7655-CJAS.

VIANA, G. D. S. Redução da proteína bruta em rações formuladas com conceito de proteína ideal para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UFV, Viçosa, 18-20p. 2013.

VILELLA, J. L. pidolato de calcio es más que una fuente de calcio altamente disponible. *Tecnología & Vitaminas*, 2016. Disponível em: <http://www.tecnovit.net/noticias-tecnovit/pidolato-de-calcio>. Acesso em: 04 de outubro de 2022.

WANG, J., YUE, H., WU, S., ZHANG, H., QI, G. Nutritional modulation of health, egg quality and environmental pollution of the layers. ***Animal Nutrition***, v. 3, n. 2, p. 91-96, 2017. DOI: 10.1590/S1516-35982012000900014.

ZITA, L. et. al. Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and Japanese quails. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, Viçosa, v. 41, n. 9, p. 2079-2084, 2012. DOI: 10.1590/S1516-35982012000900016.

ZITA, L., TŮMOVÁ, E., ŠTOLC, L. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. ***Acta Veterinaria Brno***, v. 78, n. 1, p. 85-91, 2009. DOI: 10.2754/avb200978010085.