



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



**EXIGÊNCIA DE METIONINA + CISTINA NA ALIMENTAÇÃO DE  
POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES NO SEGUNDO CICLO DE  
PRODUÇÃO EM CLIMA QUENTE E ÚMIDO**

PEDRO ALVES DE OLIVEIRA FILHO

Manaus – Amazonas

2019

PEDRO ALVES DE OLIVEIRA FILHO

**EXIGÊNCIA DE METIONINA + CISTINA NA ALIMENTAÇÃO DE  
POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES NO SEGUNDO CICLO DE  
PRODUÇÃO EM CLIMA QUENTE E ÚMIDO**

Orientador: Frank George Guimarães Cruz, Dr.

Coorientador: Ernandis Borges do Amaral Neto, Dr.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - PPGCAN da Universidade Federal do Amazonas – UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Zootecnia.

Manaus – Amazonas

2019

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

O48e Oliveira Filho, Pedro Alves de  
Exigência de metionina + cistina na alimentação de poedeiras comerciais leves no segundo ciclo de produção em clima quente e úmido / Pedro Alves de Oliveira Filho. 2019  
i f.: il.; 31 cm.

Orientador: Frank George Guimarães Cruz  
Coorientador: Ernandis Borges do Amaral Neto  
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Aminoácido. 2. Avicultura. 3. Desempenho. 4. Qualidade do ovo. I. Cruz, Frank George Guimarães II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

No dia 19 de fevereiro de 2019, às 09:00 horas, na Sala de Aula do Setor de Avicultura, Faculdade de Ciências Agrárias, Setor Sul do Campus Universitário da UFAM, Manaus/AM, **Pedro Alves de Oliveira Filho**, realizou a Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada "Exigência de metionina + cistina na alimentação de poedeiras comerciais leves no segundo ciclo de produção".

#### Banca Examinadora:

| Membros   | Parecer   | Assinatura |
|---|---|------------|
| Dr. Frank George Guimarães Cruz (UFAM) – Presidente | Aprovado ( <input checked="" type="checkbox"/> )<br>Reprovado ( ) |            |
| Dr. Pedro de Queiroz Costa Neto (UFAM) – Membro     | Aprovado ( <input checked="" type="checkbox"/> )<br>Reprovado ( ) |            |
| Dr. Jomel Francisco dos Santos (UFAM) – Membro      | Aprovado ( <input checked="" type="checkbox"/> )<br>Reprovado ( ) |            |

Manaus, 19 de fevereiro de 2019

**Resultado Final:** Aprovado (  )  
Reprovado ( )



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente às pessoas mais importantes de toda minha existência: minha mãe, Maria José Santos de Oliveira, meu pai, Pedro Alves de Oliveira, e meu irmão, Harison Santos de Oliveira. Sem toda a força que sempre me deram, nunca conseguiria chegar onde cheguei, esta vitória não é de um único ser, mas sim de uma família inteira, que já passou por muitas dificuldades, mas sempre permaneceu unida para que possamos sempre triunfar juntos.

Aos amigos da “velha guarda”, Marcus Vinicius, Marcos Fabrício, Kelly Veras, Donizete Neto, Yuri Marcelo, Priscilla Sampaio, que desde uma pequena ajuda até um ombro amigo, estiverem ao meu lado nesta trajetória.

Ao amigo/irmão Edwin Araújo Rocha, que me estendeu a mão e me concedeu moradia, alimento, dentre muitas outras coisas quando mais precisei, esta vitória também é nossa, pois assim como tive a oportunidade de lhe ver evoluir no pessoal e profissional, tal conquista tu verás partir de mim também. O meu eterno obrigado!

Ao meu orientador, professor Frank George Guimarães Cruz, que com sua experiência na área de avicultura, sua garra e empenho em trazer o melhor para o setor e para seus orientados, me deu todo o suporte para que este trabalho fosse concluído de maneira satisfatória. Obrigado por todas às batalhas travadas e vencidas.

Ao meu amigo/irmão João Paulo Ferreira Rufino, que me apresentou diversas oportunidades, tais quais também não estaria presente para completá-las, se não pela sua interminável ajuda e vontade de agir pelas pessoas que confia. Eternamente grato por todas as palavras ditas e não ditas, mas que sempre me fizeram refletir e melhorar como ser humano e profissional. Externo aqui minha gratidão e meu apoio incondicional.

À todos os integrantes do setor de avicultura, Francisco Chaves, Jadilson Barroncas, Pedro Gabriel, Fernanda Moura, Natália Santos, Ana Paula Guimarães, Gilberto Batista, a minha eterna gratidão por quaisquer ajuda que me foi dada durante todo o período que pudemos compartilhar juntos.

Aos Zoobrothers, Uriel, Alemão, Panda, Julmar, Dudu, Marialva, Beira, Tanaka e Galo, obrigado por tantos momentos inesquecíveis, toda o auxílio prestado e toda paciência exigida. Com vocês, pude provar que viver longe de casa, torna a saudade e a solidão, um pouco mais “fácil” de superar. Gratidão Eterna!

Aqui deixo minha torcida e meu agradecimento a você que tornou este período tão complicado da minha vida mais feliz de ser vivido. Melhoras e vitórias sempre!

## RESUMO

O presente estudo objetivou determinar a exigência de metionina + cistina para poedeiras comerciais leves no segundo ciclo de produção. O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil. O período experimental foi de 105 dias, divididos em cinco ciclos de 21 dias. Foram utilizadas 144 poedeiras da linhagem Hisex White com 84 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde os tratamentos foram constituídos por seis níveis de metionina + cistina (0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65 e 0,70%) e quatro repetições de seis aves cada. No desempenho produtivo, em cada ciclo, foi analisado o consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (Kg/dz), conversão alimentar (Kg/Kg), produção de ovos (%), massa de ovo (g) e viabilidade ou taxa de sobrevivência (%). Nos dois últimos dias de cada período de 21 dias, os dois primeiros ovos íntegros de cada parcela experimental foram separados, identificados e pesados para mensuração do peso do ovo (g), gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>), gema (%), albúmen (%), casca (%), altura do albúmen (mm), altura da gema (mm), espessura da casca (µm), pigmentação da gema, unidade Haugh e força para ruptura da casca (N). Após o fim do período experimental, foram coletadas amostras de sangue das aves para análise do perfil bioquímico sérico (glicose, triglicerídeos e colesterol total). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as estimativas dos tratamentos submetidas à análise de regressão polinomial à 1 e 5% de significância utilizando o programa computacional SAS. Observou-se que o melhor nível de inclusão foi de 0,65%, onde foi analisado um efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para os parâmetros consumo de energia, consumo proteico e efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) na produção de ovos e massa de ovos. Para os parâmetros de qualidade dos ovos, a qualidade interna dos ovos apresentou efeito linear positivo ( $p < 0,05$ ) na altura do albúmen e na cor da gema. Na qualidade externa dos ovos, foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) em % casca, espessura da casca e resistência à casca. Os resultados mostraram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ) para glicose e triglicerídeos sanguíneos, demonstrando que, quando as aves apresentam condições nutricionais adequadas para garantir uma boa recuperação, têm um melhor retorno ao estágio produtivo. Portanto, o nível de metionina + cistina a 0,65% foi considerado neste experimento como o ideal para inclusão em dietas para poedeiras comerciais leves no segundo ciclo de produção.

**Palavras Chave:** Aminoácido, Avicultura, Desempenho, Segundo ciclo, Qualidade do ovo.

## ABSTRACT

The present study aimed to determine the requirement of methionine + cystine for commercial laying hens in second production cycle. This study will be developed in the facilities of Poultry Sector, College of Agrarian Sciences, Federal University of Amazonas, Manaus, Amazonas, Brazil. The experimental period lasted 105 days, divided in five cycles of 21 days each. One hundred forty-four Hisex White laying hens with 84 weeks were distributed in a completely randomized method with six treatments constituted by levels of methionine + cystine (0.45; 0.50; 0.55; 0.60; 0.65 and 0.70%) and four replicates with six birds each. For performance, in each cycle, were analysed the feed intake (g/bird/day), feed conversion (kg/dz), feed conversion (kg/kg), egg production (%), egg mass (g) and viability or survival rate (%). In the last two days of each cycle, two eggs of each plot were collected and identified to measure the egg weight (g), specific gravity (g/cm<sup>3</sup>), yolk (%), albumen (%), shell (%), albumen height (mm), yolk height (mm), shell thickness (µm), yolk pigmentation, Haugh unit and strength to break the shell (N). The data collected were subjected to variance analysis and the estimates of treatments were submitted to polynomial regression analysis to 0.01 and 0.05 of significance by software SAS. It was observed that the best inclusion level was 0.65%, where a significant effect ( $p < 0.05$ ) was analyzed for the parameters energy consumption, protein consumption and quadratic effect ( $p < 0.05$ ) in egg production and egg mass. For the eggs quality parameters, the internal quality of the eggs showed a positive linear effect ( $p < 0.05$ ) at the albumin height and in the color of the yolk. In the external quality of the eggs, differences ( $p < 0.05$ ) were observed in% shell, shell thickness and shell resistance. The results showed a quadratic effect ( $p < 0.05$ ) for glucose and blood triglycerides, demonstrating that when birds present adequate nutritional conditions to ensure a good recovery, they have a better return to the productive stage. Therefore, the 0.65% methionine + cystine level was considered in this experiment as the ideal for inclusion in diets for light commercial laying hens in the second production cycle.

**Keywords:** Amino acid, Aviculture, Performance, Second cycle, Egg quality.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Preparação para análises de qualidade de ovo.....       | 20 |
| Figura 2 - Mensuração das alturas de albúmen e gema.....           | 20 |
| Figura 3 - Analisador sanguíneo.....                               | 21 |
| Figura 4 - Máquina de ensaio universal.....                        | 22 |
| Figura 5 - Teste de determinação da força de ruptura da casca..... | 22 |
| Figura 6 - Visão aproximada do teste de ruptura.....               | 22 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Gráfico 1. Consumo de ração .....     | 24 |
| Gráfico 2. Produção de ovos .....     | 26 |
| Gráfico 3. Percentagem de casca.....  | 28 |
| Gráfico 4. Espessura de casca.....    | 29 |
| Gráfico 5. Resistência à quebra ..... | 30 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1. Composição das dietas experimentais ..... | 17 |
| Tabela 2. Desempenho zootécnico .....               | 23 |
| Tabela 3. Qualidade de ovos.....                    | 27 |
| Tabela 4. Parâmetros bioquímicos séricos .....      | 31 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                       | 10 |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....                        | 12 |
| 2.1. Objetivo geral: .....                       | 12 |
| 2.2. Objetivos específicos:.....                 | 12 |
| <b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....            | 13 |
| 3.1. Avicultura de postura .....                 | 13 |
| 3.2. Segundo ciclo de produção de poedeiras..... | 14 |
| 3.3. Metionina + cistina .....                   | 15 |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....               | 16 |
| 4.1. Arranjo Experimental .....                  | 16 |
| 4.2. Desempenho .....                            | 17 |
| 4.3. Qualidade de Ovo .....                      | 19 |
| 4.4. Parâmetros bioquímicos séricos .....        | 21 |
| 4.5. Determinação da força ruptura da casca..... | 21 |
| 4.6. Análise Estatística .....                   | 22 |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....           | 23 |
| <b>6. CONCLUSÕES</b> .....                       | 32 |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....       | 33 |

## 1. INTRODUÇÃO

A produção brasileira de ovos totalizou próximo dos 40 bilhões de unidades em 2017. Com isso, atingiu novo recorde produtivo evoluindo quase 2% em relação ao produzido no ano anterior. Na comparação com o já distante 2007, a evolução produtiva supera os 53%. De toda forma, não passa despercebido a constatação de que no último triênio os volumes permaneceram estáveis na casa dos 39 bilhões. Entretanto, as previsões para o presente ano, sugerem que a barreira dos 40 bilhões será alcançada. Quase tudo é consumido dentro do país e contribui para o aquecimento do mercado interno. Em 2010, o brasileiro consumia 137 ovos por ano. Sete anos depois, o número saltou para 192, crescimento de cerca de 39% (ABPA, 2018).

O Amazonas se tornou autossuficiente na produção de ovos para consumo em 2001, desde então sua produção só vem crescendo. Em 2017 atingiu a marca de 1,66 milhão de caixas do produto, e em 2018 a expectativa é que continue crescendo (CRUZ *et al.*, 2016; IBGE, 2018). Destaca-se ainda que a criação de aves para postura é considerada rentável no estado e está concentrada nos municípios da região metropolitana de Manaus, maior produtora da região norte do país. O ovo produzido no Estado do Amazonas gera diretamente cerca de 5.000 empregos diretos e cerca de 10.000 postos de trabalho indiretos, fortalecendo a indústria avícola local (CRUZ *et al.*, 2016).

A garantia de uma boa nutrição e formulação de rações para poedeiras é essencial para a produção de ovos em larga escala dentro da indústria avícola. A utilização de aminoácidos na formulação dessas rações é de suma importância para a qualidade e quantidade satisfatórias do produto final (FIGUEIREDO JÚNIOR *et al.*, 2014). Na nutrição de poedeiras, a utilização da suplementação por aminoácidos vem auxiliando a produção positivamente, em aspectos quantitativos e qualitativos. Tal suplementação visa complementar a exigência, muitas vezes deficiente, de proteína das rações constituídas apenas pelos grãos de milho e soja, que são, ainda, os principais precursores das rações de animais monogástricos (BARBOSA *et al.*, 2009).

Dentre os vários aminoácidos essenciais para as poedeiras, estão a metionina e a cistina. A metionina é considerada o primeiro aminoácido limitante em rações à base de milho e farelo de soja para aves e sua forma sintética tem sido utilizada comumente nas formulações visando melhorar a qualidade e reduzir o conteúdo proteico das rações, diminuindo o catabolismo e a excreção de nitrogênio sem elevar os custos de produção.

Em condições práticas, rações deficientes em metionina reduzem a produção e o peso dos ovos e aumentam a deposição de gordura no fígado de poedeiras. Vários fatores influenciam

as exigências de metionina + cistina, como o teor de proteína da ração, a linhagem, o ambiente térmico e o teor energético, assim como a presença de fatores anti-nutricionais e o processamento da matéria-prima utilizada na ração (JORDÃO FILHO *et al.*, 2006).

A utilização de poedeiras no segundo ciclo de produção já é bastante disseminada dentro os grandes produtores deste setor. A muda é feita para garantir o descanso do aparelho reprodutor das aves após o primeiro pico de postura (onde acontece o aumento do peso dos ovos e a diminuição da qualidade da casca). Quando bem nutridas após a muda, as aves tendem a aumentar a produção, assim como o tamanho e peso dos ovos (TEIXEIRA *et al.*, 2011).

Portanto, a manutenção de uma poedeira através de programas nutricionais e manejos adequados são essenciais para um bom retorno econômico na fase de produção, constituindo uma ferramenta importante para a garantia de altos níveis de produção. No entanto, o constante monitoramento das exigências nutricionais, a fim de acompanhar o aperfeiçoamento genético das aves, é um desafio. Vale ressaltar que Oliveira (1993) já relatava que, além de existirem poucos estudos sobre níveis nutricionais para o segundo ciclo, as tabelas de exigência e os manuais de marcas comerciais não fazem menções das necessidades para o segundo ciclo de produção, sendo de suma importância o incentivo às pesquisas relacionadas a esta produção.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1.Objetivo geral:**

Determinar o nível ideal de metionina + cistina para poedeiras comerciais leves no segundo ciclo de produção.

### **2.2.Objetivos específicos:**

Avaliar o desempenho produtivo de poedeiras no segundo ciclo alimentadas com diferentes níveis de metionina + cistina;

Mensurar a qualidade de ovos sobre o efeito da utilização de níveis crescentes de metionina + cistina em rações de poedeiras comerciais leves no segundo ciclo de produção;

Determinar a resistência à ruptura da casca de ovos produzidos por poedeiras comerciais leves no segundo ciclo de produção alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina + cistina;

Analisar os parâmetros bioquímicos do sangue de poedeiras comerciais leves no segundo ciclo de produção alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina + cistina.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Avicultura de postura**

A avicultura, nos últimos anos, tem alcançado excelentes resultados em sua produção devido ao incessante trabalho e progresso em todas as áreas: nutrição, genética, manejo, sanidade e ambiência tornando-se uma atividade altamente competitiva no mercado de carnes e ovos. O ovo é um produto versátil e nutritivo, possuindo substâncias de grande importância. Um ovo grande (em média 50 g) fornece os requisitos diários de 27% de selênio, 25% de vitamina B12, 23% de colina, 15% de riboflavina, 13% de proteína, 11% de fósforo e 9% de vitamina D. Sua qualidade e a relação de preço comparativo com as outras proteínas de origem animal fazem dele uma opção de alimento nutritivo e um importante aliado no combate à fome no mundo (ABPA, 2017).

No âmbito mundial desde 1997 a produção de ovos para consumo humano é crescente, partindo de 832,42 bilhões de unidades em 1997, para 1.076.532 milhões de unidades em 2005, o que resultou num acréscimo de 29,32% no período em destaque. De acordo com estes dados estatísticos da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e no mesmo período em análise, o Brasil experimentou um crescimento de 7,32% na produção nacional de ovos, saindo de 25,15 bilhões de unidades em 1997, para 26,99 bilhões em 2003. Entre os produtores mundiais, sete países representam 69,57% da produção mundial. Hoje em dia, o Brasil aparece na condição de sétimo produtor mundial de ovos para consumo, com cerca de 40 bilhões de unidades anuais (SILVA, 2007; ABPA, 2018).

De janeiro a setembro de 2018, a produção de rações para poedeiras somou 4,9 milhões de toneladas e incremento de 6,5%, em resposta ao robusto alojamento de pintainhas de postura e produção dos ovos que no segundo semestre quebrou recorde histórico. Frente à continuidade desse ritmo a demanda por rações para postura pode somar 6,8 milhões de toneladas em 2018, um avanço de 10% quando comparado ao contabilizado em 2017 (SINDIRAÇÕES, 2018).

A indústria avícola no Estado do Amazonas é destaque no setor de produção de ovos, com crescentes avanços em difusão de tecnologia e aumento no número de produtores interessados em começar na atividade, porém ainda existem algumas dificuldades. Um dos principais entraves do setor avícola do Amazonas é relacionada ao item alimentação, onde este corresponde a, aproximadamente, 70% do custo total da produção. Esse quadro apresenta-se extremamente desfavorável, uma vez que todas as matérias-primas são importadas para a formulação de rações balanceadas, principalmente oriundas do Estado do Mato Grosso (CRUZ,

2011). Apesar do alto custo com alimentação, o Amazonas atualmente consegue atender a cerca de 90 a 95% de sua demanda de ovos, destacando-se o município de Manaus como principal produtor do Estado (IBGE,2012).

### **3.2. Segundo ciclo de produção de poedeiras**

Na avicultura de postura, as aves passam por um processo natural de muda, onde fazem a renovação da plumagem. Esse processo ocorre uma vez ao ano e tem início basicamente após uma mudança no tipo de alimento consumido, acarretando com que suas funções reprodutivas diminuam drasticamente ou cessem. Uma produtividade satisfatória durante o segundo ciclo só será alcançada caso as aves tiverem em condições nutricionais adequadas, que garantam boa recuperação de seu sistema reprodutor, garantindo assim uma boa produção de ovos (PEREIRA *et al.*, 2009).

O segundo ciclo de produção tem sido por vários anos, uma prática mundialmente difundida, no intuito de prolongar a vida produtiva de poedeiras comerciais, assim como para restabelecer a qualidade dos ovos produzidos no final do primeiro ciclo. Após atingirem a maturidade sexual, as poedeiras iniciam o período de produção de ovos que, nos dias atuais, se estende por cerca de 16 a 18 meses (ISSAO, 2011).

A utilização da “muda forçada” pelos produtores envolvidos na cadeia industrial da avicultura já é bastante difundida. Algumas táticas são utilizadas para auxiliar no avanço da muda e retorno mais rápido à produção, sendo elas: Jejum, restrição de cálcio e sódio, altos níveis de cobre e zinco. A mais utilizada entre os produtores é o jejum, pela “facilidade” da introdução. A restrição alimentar faz com que as aves cessem a produção de ovos e involução do ovário e do oviduto, cujo a intensidade de involução varia de acordo com o grau de restrição alimentar utilizado, geralmente sendo utilizado o jejum de 5 a 14 dias. A inibição da postura devido ao estresse crônico é o resultado da interferência do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal sobre o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal. Ocorre, portanto, um decréscimo da concentração dos hormônios gonadotróficos e sexuais no plasma (TEIXEIRA *et al.*, 2011). No período de pós-muda, um dos principais nutrientes requeridos pelas aves são os aminoácidos, destacando-se os aminoácidos sulfurados totais (LAURENTZ, 2005).

### 3.3. Metionina + cistina

A utilização da proteína e de aminoácidos dietéticos em aves, pode proporcionar um suprimento e balanceamento na exigência nutricional dessas aves, melhorando seu desempenho nessa fase. E a partir da manipulação dos níveis proteicos e de aminoácidos da dieta, pode-se alterar o tamanho dos ovos para reduzir os problemas de qualidade de casca verificados no final do primeiro e segundo ciclos de produção, reduzindo proporcionalmente o número de ovos classificados como jumbos e extragrandes, cuja incidência de problemas de casca é maior, o que aumenta o índice de quebras (PAVAN *et al.*, 2005).

E dentre estes aminoácidos exigidos, a metionina destaca-se como um aminoácido sulfurado essencial, sendo o primeiro limitante na nutrição de aves. Todavia, devido as rações de aves serem formuladas com a tradicional mistura milho e farelo de soja, não há atendimento integral às exigências desse aminoácido, podendo comprometer características produtivas e reprodutivas (DAENNER *et al.*, 2002). As dietas avícolas formuladas principalmente à base de milho e farelo de soja podem suprir as necessidades de proteína, mas não atender às exigências de metionina e aminoácidos sulfurados, o que geralmente pode ser corrigido com a utilização de metionina sintética, que onera em aproximadamente 5% o custo final da ração (RODRIGUES *et al.*, 1996; MOURA *et al.*, 2010).

A metionina, percussora da cistina, é muito importante para o controle do peso do ovo, pois a poedeira consome muita energia para sustentar o número de ovos, mas o peso dos ovos depende diretamente dos níveis de aminoácidos da dieta (HARMS, 1999). Sua utilização é mais evidenciada quando percebemos a quantidade de experimentos que testaram diversos teores de incorporação da metionina em diferentes teores de proteína nas rações formuladas para galinhas poedeiras. O National Research Council (NRC, 1994) recomenda 300 mg de metionina e 580 mg de metionina + cistina/ ave/dia para poedeiras leves consumindo diariamente 100 g de ração com 15% de PB, enquanto, para poedeiras semipesadas com consumo diário de 110 g de ração com 16,5% de PB, a recomendação é de 330 e 645 mg de metionina e metionina + cistina, respectivamente (SÁ *et al.*, 2007). Outra pesquisa sugere para poedeiras leves, níveis de 0,336% de metionina digestível e 0,611% de metionina + cistina digestíveis e para poedeiras semipesadas, 0,346% de metionina digestível e 0,630% de metionina + cistina digestíveis (ROSTAGNO *et al.*, 2000).

De forma geral, a formulação de dietas para poedeiras com níveis de metionina + cistina que atendem a exigência das aves permite um aumento no teor de proteína bruta do albúmen e gema, além de influenciar positivamente na produção de ovos, tamanho do ovo e massa de ovo

produzido, além de se observar melhora na conversão alimentar por massa ou por dúzia de ovos (BRUMANO *et al.*, 2010).

Além disso, o elevado crescimento do mercado de ovos e a maior conscientização da importância econômica do tamanho do ovo aliado ao elevado custo nutricional, principalmente proteína, tem proporcionado aumento no número de pesquisas sobre a exigência de proteína e aminoácidos para poedeiras (FIGUEIREDO JÚNIOR *et al.*, 2014).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Arranjo Experimental**

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), situado no Setor Sul do Campus Universitário, em Manaus – AM, tendo como coordenadas geográficas de latitude 3° 06' 14'' S, longitude 59° 58' 46'' W e altitude de 260 m. De acordo com a classificação proposta por Koeppen, o clima é classificado como tropical quente e úmido, com precipitação média anual de 2286 mm, umidade relativa do ar de 73% e temperatura média de 28°C (INMET, 2016). Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFAM) sob protocolo nº 028/2017.

O aviário experimental que foi utilizado possui cobertura de fibrocimento medindo 17,0 m de comprimento, 3,5 m de largura e 3,20 m de pé-direito, com uma fileira de gaiolas de arame de cada lado, comedouros tipo calha e bebedouros tipo nipple. O período experimental foi de 105 dias, divididos em cinco períodos de 21 dias cada um. Todas as aves foram pesadas no início do experimento para uniformização das parcelas e submetidas a um período adaptativo de sete dias.

Foram utilizadas 144 poedeiras da linhagem Hisex White com 84 semanas de idade alojadas em 24 gaiolas com 1,0 m de comprimento, 0,45 m de profundidade e 0,45 m de altura com divisórias internas de 0,50 m no sentido do comprimento. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), onde os tratamentos foram constituídos por seis níveis de metionina + cistina (0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,65 e 0,70%, respectivamente) e quatro repetições de seis aves cada.

As rações experimentais foram formuladas com base nas exigências nutricionais para poedeiras leves no primeiro ciclo de acordo com Rostagno *et al.* (2011) através do programa de custo mínimo SUPERCAC (2004) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição das dietas experimentais de poedeiras no segundo ciclo de produção com diferentes níveis de metionina + cistina.

| Ingredientes                | Níveis de Metionina + Cistina (%) |          |          |          |          |          |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                             | 0.45                              | 0.50     | 0.55     | 0.60     | 0.65     | 0.70     |
| Milho (7,88%)               | 68.4191                           | 68.4388  | 68.4586  | 68.4784  | 68.4978  | 68.5175  |
| Farelo de Soja (46%)        | 19.3914                           | 19.3147  | 19.238   | 19.1613  | 19.0847  | 19.0080  |
| Calcário                    | 9.2593                            | 9.2595   | 9.2596   | 9.2598   | 9.2600   | 9.2601   |
| Fosfato Bicálcico           | 1.7396                            | 1.7404   | 1.7411   | 1.7418   | 1.7426   | 1.7433   |
| Sal Comum                   | 0.5855                            | 0.5855   | 0.5855   | 0.5856   | 0.5856   | 0.5856   |
| PREMIX mineral/vitam.       | 0.5000                            | 0.5000   | 0.5000   | 0.5000   | 0.5000   | 0.5000   |
| DL-Metionina                | 0.0335                            | 0.0853   | 0.1372   | 0.1890   | 0.2408   | 0.2927   |
| L-Lisina                    | 0.0372                            | 0.0397   | 0.0421   | 0.0446   | 0.0471   | 0.0496   |
| L-Triptofano                | 0.0271                            | 0.0276   | 0.0281   | 0.0285   | 0.0290   | 0.0295   |
| L-Treonina                  | 0.0073                            | 0.0085   | 0.0098   | 0.0110   | 0.0124   | 0.0137   |
| Total                       | 100.00                            | 100.00   | 100.00   | 100.00   | 100.00   | 100.00   |
| Nutrientes                  |                                   |          |          |          |          |          |
| E.M, kcal <sup>-1</sup> /kg | 2,755.20                          | 2,756.91 | 2,758.61 | 2,760.32 | 2,762.02 | 2,763.73 |
| Proteína Bruta, %           | 14.500                            | 14.500   | 14.500   | 14.500   | 14.500   | 14.500   |
| Cálcio, %                   | 4.200                             | 4.200    | 4.200    | 4.200    | 4.200    | 4.200    |
| Fósforo Disponível, %       | 0.400                             | 0.400    | 0.400    | 0.400    | 0.400    | 0.400    |
| Sódio, %                    | 0.250                             | 0.250    | 0.250    | 0.250    | 0.250    | 0.250    |
| Metionina Total, %          | 0.269                             | 0.320    | 0.371    | 0.422    | 0.473    | 0.523    |
| Metionina Digestível, %     | 0.252                             | 0.303    | 0.353    | 0.403    | 0.454    | 0.523    |
| Met+Cis Digestível, %       | 0.450                             | 0.500    | 0.550    | 0.600    | 0.650    | 0.700    |
| Lisina Digestível, %        | 0.653                             | 0.653    | 0.653    | 0.653    | 0.653    | 0.653    |
| Treonina Digestível, %      | 0.498                             | 0.498    | 0.498    | 0.498    | 0.498    | 0.498    |
| Triptofano Digestível, %    | 0.172                             | 0.172    | 0.172    | 0.172    | 0.172    | 0.172    |

<sup>1</sup> Níveis garantidos por quilograma do produto: Vitamina A 2.000.000 UI, Vitamina D3 400.000 UI, Vitamina E 2.400 mg, Vitamina K3 400 mg, Vitamina B1 100 mg, Vitamina B2 760 mg, Vitamina B6 100 mg, Vitamina B12 2.400 mcg, Niacina 5.000 mg, pantotenato de cálcio 2.000 mg, ácido fólico 50 mg, coccidiostato 12.000 mg, colina 50.000 mg, cobre 1.200 mg, ferro 6.000 mg, manganês 14.000 mg, zinco 10.000 mg, iodo 100 mg. Selênio 40 mg. Veículo q.s.p. 1.000 g.

Durante o período experimental, as aves receberam 16 horas de luz (12 horas natural + 4 horas artificial). A temperatura média e a umidade relativa do ar foram registradas duas vezes ao dia (09:00 e 15:00) através de um termo higrômetro digital posicionados na altura das aves do aviário e planilhas específicas.

## 4.2. Desempenho

A cada período foram avaliados o consumo de ração (g/ave/dia), consumo de energia e proteína, percentagem de postura (%), massa de ovo (g), conversão alimentar (Kg de ração por kg de ovo produzido) e conversão alimentar (Kg de ração por dúzia de ovo produzido):

**Consumo de ração:** O consumo de ração foi determinado através do quociente entre o total de ração consumida e a número de aves em um período de 21 dias, a partir da quantidade de ração oferecida durante o ciclo, menos a sobra ao final de cada ciclo. A quantidade de consumo de ração por g/ave/dia foi obtida através do seguinte cálculo:

- Consumo total do ciclo = ração disponibilizada por ciclo (g) – sobra de ração por ciclo (g).
- Consumo em g/ave/dia = consumo total de ração do ciclo/número de aves por parcela/dias do ciclo.

**Produção de ovos:** Para avaliação de produção de ovos foi determinada através do quociente do total de ovos produzidos e o total de ovos possíveis que seriam produzidos, multiplicado por cem. E o valor é dado em porcentagem.

$$\text{Produção de ovos (\%)} = \frac{\text{Total de ovos obtidos} \times 100}{\text{Total de ovos possíveis no ciclo}}$$

**Massa de ovo:** A massa de ovo é obtida através do cálculo do quociente entre peso do ovo e a produção de ovos dividido por cem.

$$\text{Massa de ovo (g)} = \frac{\text{Peso do ovo (g)} \times \text{Produção de ovos (\%)}}{100}$$

**Conversão alimentar (Kg/Kg):** A conversão alimentar é determinada através do quociente entre total de ração consumida e o total de massa de ovo produzido.

$$\text{Conversão Alimentar (Kg/kg)} = \frac{\text{Total de ração consumida}}{\text{Total de massa de ovo produzido}}$$

**Conversão Alimentar (Kg/duz):** A conversão alimentar é determinada através do quociente entre total de ração consumida e o total de dúzia de ovo produzido.

$$\text{Conversão Alimentar (Kg/duz)} = \frac{\text{Total de ração consumida}}{\text{Total de dúzia de ovo produzido}}$$

Nos dois últimos dias de cada período, foram coletados ao acaso quatro ovos de cada parcela para pesagem e, posteriormente, mensuração da qualidade do ovo.

### **4.3. Qualidade de Ovo**

Na qualidade do ovo foram avaliados o peso do ovo (g), percentagem de albúmen (%), percentagem de gema (%), altura do albúmen (mm), altura da gema (mm), percentagem de casca (%), espessura da casca ( $\mu\text{m}$ ) e gravidade específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ). Antes de serem submetidos à avaliação, os ovos foram armazenados durante uma hora a fim de igualar sua temperatura a temperatura ambiente.

Os ovos inteiros logo após pesagem foram acondicionados em cestas de arame e imersos em baldes plásticos contendo diferentes níveis de cloreto de sódio (NaCl), da menor para a maior concentração, com variações de densidade de 1,075 a 1,100  $\text{g}/\text{cm}^3$ , com intervalo de 0,005 entre elas. Os ovos foram retirados ao flutuarem até a superfície tendo seus valores respectivos anotados.

Para a análise do peso do albúmen e da gema, foram utilizados um separador manual de albúmen e gema. O albúmen e a gema foram colocados em copos plásticos, ambos de peso tarado em balança analítica e pesados (Figura 1). Para calcular altura de albúmen e gema, os mesmos foram colocados sobre uma placa plana de vidro para determinação de seus respectivos valores. O procedimento para mensuração da altura do albúmen e gema consiste em medir na região mediana, entre a borda externa do albúmen e a gema (Figura 2). Para mensuração das alturas foi utilizado um paquímetro eletrônico, tendo os valores em milímetros anotados. O peso da casca do ovo foi obtido após as mesmas serem lavadas, secas à temperatura ambiente por 48 horas e posteriormente pesadas em gramas.

Fonte: André Ferreira Silva, 2016



Figura 1 - Preparação para análises de qualidade de ovo.

Fonte: André Ferreira Silva, 2016

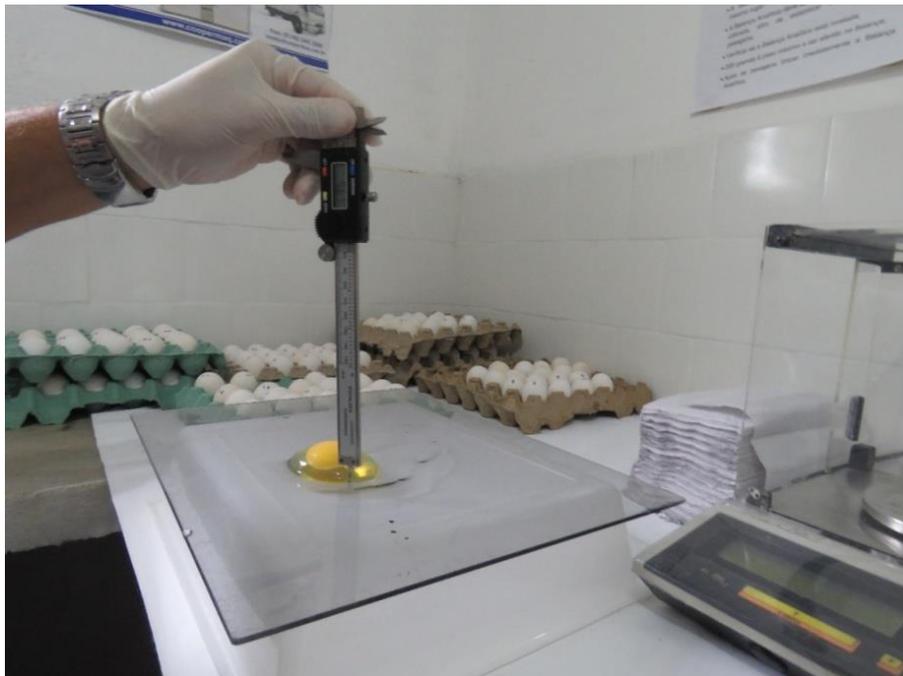


Figura 2 - Mensuração das alturas de albúmen e gema.

Para a determinação da espessura da casca foram utilizadas as cascas secas, tendo sua leitura realizada com o auxílio de um micrômetro. As leituras foram efetuadas em três regiões da casca: basal, meridional e apical, e os valores foram anotados. A partir dos valores obtidos nas três regiões calculou-se a média, em micrometro, da espessura da casca dos ovos. Para avaliação da pigmentação da gema dos ovos, foi utilizado leque colorimétrico Roche com

pontuação de 1 a 15. A unidade Haugh (UH) foi calculada através da fórmula:  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$ .

#### 4.4. Parâmetros bioquímicos séricos

Ao final do experimento foram selecionadas quatro aves de cada tratamento, onde estas foram submetidas à análise de parâmetros bioquímicos sanguíneos. O sangue foi coletado de cada ave através da veia ulnar e as amostras imediatamente enviadas ao Laboratório de Tecnologia Avícola do Setor de Avicultura (UFAM) onde foram analisados os parâmetros de glicose, triglicérides e colesterol total utilizando um analisador bioquímico portátil (Figura 3 - Accucheck Trend, ROCHE) com o auxílio de tiras reagentes específicas para cada análise.



Figura 3 - Analisador sanguíneo.

#### 4.5. Determinação da força ruptura da casca.

Para a determinação da força de ruptura da casca dos ovos foi utilizada uma máquina de ensaio universal Instron® (Figuras 4, 5 e 6) localizada no Laboratório de Resistência de Materiais da Escola Superior de Tecnologia da Universidade Estadual do Amazonas, conectada a um computador que gerou os níveis de força (representadas em Newton) utilizados.

Fonte: [http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/maquinas-e-equipamentos/intermetric/produtos/acessorios/maquina-de-ensaio-de-cisalhamento-](http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/maquinas-e-equipamentos/intermetric/produtos/acessorios/maquina-de-ensaio-de-cisalhamento)



Figura 4 - Máquina de ensaio universal.

Fonte: Pedro Alves de Oliveira Filho, 2018)



Figura 5 - Teste de determinação da força de ruptura da casca.

Fonte: Pedro Alves de Oliveira Filho, 2018)



Figura 6 - Visão aproximada do teste de ruptura.

#### 4.6. Análise Estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento GLM do programa computacional Statistical Analysis System (2008), e as estimativas dos tratamentos foram submetidas à análise de regressão polinomial aos níveis de 1% e 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas para as variáveis de Consumo de Ração (CR), Consumo de Energia Metabólica (CEM), Consumo de Proteína Bruta (CPB), Produção de Ovos (PO) e Massa de ovo (MO) em relação em desempenho produtivo (Tabela 2).

**Tabela 2** – Consumo de Ração (CR), Consumo de Energia Metabólica (CEM), Consumo de Proteína Bruta (CPB), Produção de Ovos (PO), Conversão Alimentar (CA, Kg/kg e Kg/dz), Massa de ovo (MO) e Viabilidade (VIAB) de poedeiras leves em segundo ciclo alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina + cistina.

| Variáveis     | Níveis de metionina + cistina (%) |        |        |        |        |        | P-valor | Efeito | CV, % |
|---------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|
|               | 0,45                              | 0,50   | 0,55   | 0,60   | 0,65   | 0,70   |         |        |       |
| CR, g/a/d     | 101,79                            | 99,99  | 96,66  | 89,46  | 95,31  | 97,44  | 0,05    | Q      | 5,50  |
| CEM, kcal/a/d | 279,92                            | 274,99 | 265,18 | 246,00 | 262,10 | 267,96 | 0,05    | Q      | 5,50  |
| CPB, g/a/d    | 14,75                             | 14,50  | 14,01  | 12,97  | 13,82  | 14,50  | 0,05    | Q      | 5,52  |
| PO, %         | 79,80                             | 82,23  | 75,39  | 66,54  | 79,16  | 78,22  | 0,01    | Q      | 6,31  |
| CA, kg/kg     | 2,47                              | 2,51   | 2,52   | 2,62   | 2,47   | 2,39   | 0,28    | ns     | 5,26  |
| CA, kg/dz     | 1,53                              | 1,46   | 1,54   | 1,61   | 1,44   | 1,49   | 0,06    | ns     | 5,02  |
| MO, g         | 51,10                             | 51,27  | 48,46  | 42,97  | 49,59  | 50,19  | 0,02    | Q      | 6,98  |
| VIAB, %       | 100,00                            | 91,67  | 95,83  | 91,67  | 100,00 | 95,83  | 0,08    | ns     | 7,51  |

CV - Coeficiente de variação. P Valor - Coeficiente de Probabilidade. Q - Efeito Quadrático. ns – Não significativo

Barbosa *et al.* (1999), avaliaram a inclusão de metionina + cistina digestível (0,48-0,73% com 14,20% PB), e não observaram efeito sobre o consumo de dieta para poedeiras comerciais semipesadas no segundo ciclo de produção de 82 a 97 semanas de idade. Assim como Sá *et al.* (2007), em pesquisa com níveis de metionina + cistina digestíveis variando de 0,517 a 0,734% em dietas para poedeiras leves de 34 a 50 semanas e Polese *et al.* (2012) que analisaram que não houve efeito significativo da inclusão de metionina + cistina digestível sobre o consumo de ração em função da quantidade adicionada do aminoácido na dieta das aves com níveis de 0,58-0,75% de metionina + cistina. Tais resultados demonstram que níveis crescentes de inclusão deste nutriente não tem efeito negativo, pelo contrário, a sua inclusão mantém parâmetros de consumo, e até melhoram, como no caso deste experimento, o que favorece a manutenção de custos de produção.

Conforme o gráfico 1 é possível observar que o melhor efeito em relação ao consumo de ração foi utilizando o nível de inclusão de 0,60% de metionina + cistina. Observou-se uma redução linear do consumo de ração com o aumento dos níveis de metionina + cistina da ração,

como descrito por Goulart (1997), em que o excesso de aminoácidos sulfurosos na corrente sanguínea provoca a redução no consumo voluntário das aves, assim como ocorreu até o nível 0,60% de inclusão, podendo ser explicada pela especificidade fisiológica das aves do tratamento, tendo grande diferença entre os tratamentos.

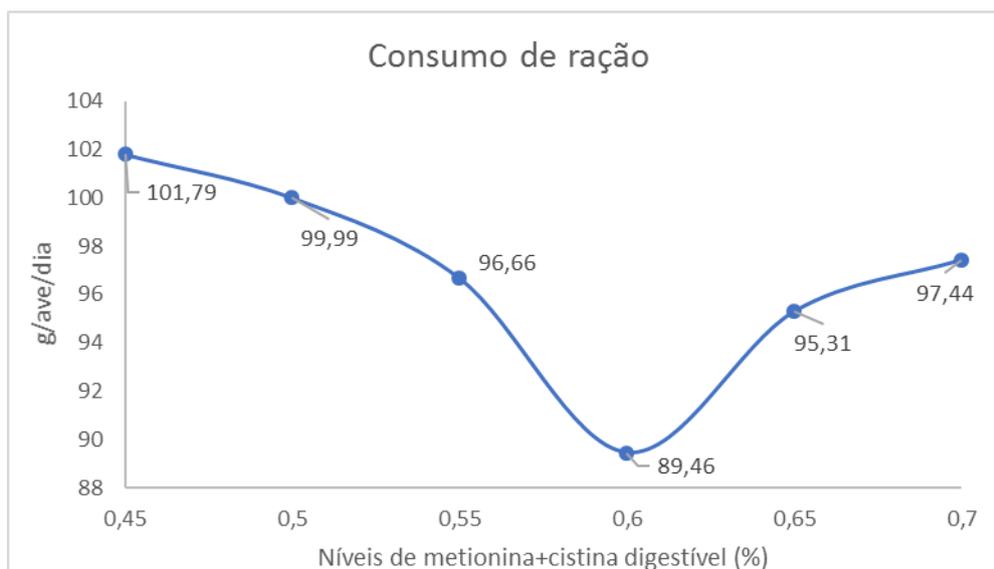


Gráfico 1 – Consumo de ração de poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis de metionina + cistina.

Ao utilizar crescentes níveis de inclusão de metionina + cistina (0,61 a 0,89%) em rações para poedeiras em início de primeiro ciclo de produção, Jordão Filho *et al.* (2006) também verificaram redução de consumo progressivo com os altos níveis. De acordo com Macari, Furlan e Gonzales (1994), o excesso de ingestão de aminoácidos pelas aves também pode desencadear efeito aminostático, reduzindo o consumo das aves.

Segundo Leung e Rogers (1971) e Gietzen (1993), existem evidências de que a alteração dos níveis dos aminoácidos limitantes em relação ao total dos aminoácidos na ração provoca o desbalanço, detectado no córtex pré-piriforme anterior do cérebro, seguido por mudanças comportamentais, como redução do consumo de ração. Desta forma, a diminuição observada no consumo é uma estratégia para situações de alta ingestão de misturas desbalanceadas, que podem causar lesão patológica

Laurentiz *et al.* (2005) observaram aumento no consumo de ração e redução da conversão alimentar em função do aumento dos níveis de metionina + cistina total (0,45 a 0,75%), para poedeiras semipesadas após muda forçada de 74 a 86 semanas de idade. Schmidt *et al.* (2009) ao avaliarem o efeito da inclusão de metionina + cistina digestível (0,49 a 0,70%)

para poedeiras semipesadas no período de 79 a 95 semanas de idade, obtiveram efeito quadrático para consumo de ração e conversão por massa de ovos, e efeito linear para conversão por dúzia, e estimaram as exigências em 0,633, 0,641 e 0,698%, respectivamente. As semelhanças entre os resultados obtidos neste trabalho e os dados de literatura podem estar relacionadas à maior exigência de metionina + cistina das aves no segundo ciclo de postura, mesmo entre diferentes linhagens.

Se faz necessário a comparação com trabalhos utilizando linhagens diferentes em primeiro ciclo pela escassez de trabalhos voltados para produção de poedeiras em segundo ciclo, mais especificamente com nutrientes de grande importância para melhoria da qualidade interna e da casca dos ovos. Rodrigues *et al.* (1996) constatara que as aves durante o segundo ciclo de produção apresentam elevada exigência de aminoácidos sulfurosos para a recuperação do empenamento, pois as penas são constituídas quase exclusivamente de aminoácidos sulfurosos, podendo-se explicar o elevado consumo deste nutriente quando usado em menor proporção neste experimento.

As exigências nutricionais de metionina + cistina para poedeiras em produção têm sido determinadas ao longo dos anos, embora com pouca analogia entre as recomendações. Waldroup e Hellwing (1995) relataram que as diferenças nas determinações de metionina para poedeiras são perfeitamente compreensíveis, em razão das mudanças significativas na genética, nutrição e no manejo das aves, além dos efeitos da idade, dieta e das condições ambientais.

Com os resultados de temperatura e umidade relativa obtidos após o período experimental, foi possível observar uma temperatura média de 34°C e umidade relativa de 72%, podendo estas estarem ligadas diretamente com o desempenho zootécnico das aves. De acordo com Filho *et al.* (2006), vários fatores influenciam nas exigências de metionina + cistina, como o teor de proteína da ração, a linhagem, o ambiente térmico e o teor energético, assim como a presença de fatores antinutricionais e o processamento da matéria-prima utilizada na ração.

As conversões alimentares (Kg/Kg e Kg/dz), embora não tenham apresentado efeito significativo, demonstram perfeitamente a relação entre a redução do consumo de ração e a queda na produção de ovos, estando diretamente relacionadas (DOMINGUES *et al.*, 2016). Essa estabilidade na conversão alimentar com o aumento dos níveis de metionina + cistina das rações pode ser explicada pela disponibilidade dos aminoácidos sulfurados, uma vez que o nível mais elevado desses aminoácidos não proporcionou desbalanço no organismo das aves.

Também foi observada diferenças significativas para as variáveis de consumo de energia metabolizável e proteína bruta, onde novamente o nível de 0,60% apresentou os melhores

resultados em relação ao desempenho das aves. Tais resultados são proporcionalmente relacionados aos parâmetros de consumo das aves, assim como suas respectivas variações.

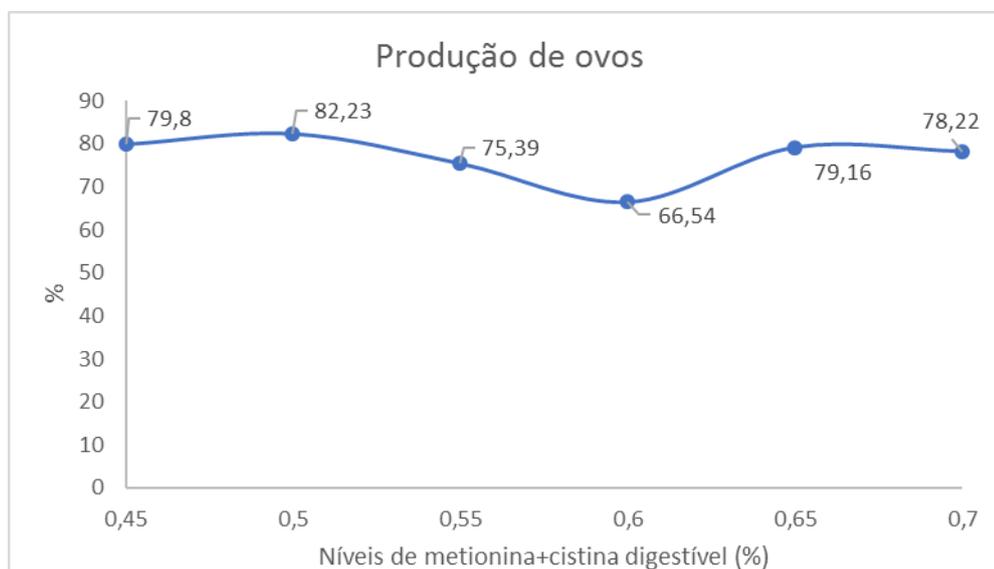


Gráfico 2 – Produção de ovos de poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis de metionina + cistina.

Efeito significativo também foi observado para produção de ovos (Gráfico 2), onde o melhor resultado foi avaliado com o nível de inclusão de 0,50% com cerca de 82% de média de produção durante o período do experimento. Os resultados observados estão de acordo com os observados por Sá *et al.* (2007). Esses autores, avaliando níveis de aminoácidos sulfurados (0,517 a 0,734%), constataram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ). Schmidt *et al.* (2009) observaram efeito significativo no uso de níveis crescentes de metionina + cistina (0,490 a 0,698%) para poedeiras em segundo ciclo de produção, onde as taxas de postura tiveram um crescimento linear positivo para este parâmetro.

Liu *et al.* (2004) e Junqueira *et al.* (2006) não observaram efeito da suplementação de metionina sobre as características produtivas em poedeiras no segundo ciclo de produção. No entanto, Laurentiz *et al.* (2005) observaram aumento na produção, peso e massa de ovos ao utilizar diferentes porcentagens de aminoácidos sulfurados totais, sugerindo a exigência de 0,60% para o período de pós-muda e segundo ciclo de produção. Schmidt *et al.* (2009) obtiveram aumento linear sobre a taxa de postura à medida que se aumentou a porcentagem de metionina + cistina digestível na dieta, e sugeriram exigência igual ou maior que 0,698% para poedeiras semipesadas no período de 79 a 95 semanas de idade.

A viabilidade, ou taxa de sobrevivência das aves, também foi avaliada e, mesmo não sendo observado efeito significativo é uma variável de importância zootécnica, sendo diretamente impactada por aspectos genéticos, de manejo, sanidade e nutricionais.

Tais resultados diversos em relação ao desempenho das aves demonstram quão diferenciadas são as respostas fisiológicas das aves a partir da sua alimentação com rações com diferentes níveis de aminoácidos sulfurados, sendo necessário um maior aporte de pesquisas e publicações referentes ao uso destes nutrientes.

**Tabela 3** – Qualidade dos ovos de poedeiras leves em segundo ciclo alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina + cistina

| Variáveis                          | Níveis de metionina + cistina (%) |       |       |       |       |       | p-valor | Efeito | CV,<br>% |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|----------|
|                                    | 0,45                              | 0,50  | 0,55  | 0,60  | 0,65  | 0,70  |         |        |          |
| Peso do ovo, g                     | 64,24                             | 62,13 | 64,27 | 64,50 | 63,42 | 63,41 | 0,24    | Ns     | 2,26     |
| Gema, %                            | 30,21                             | 28,16 | 27,15 | 27,96 | 27,03 | 28,40 | 0,76    | Ns     | 11,45    |
| Albúmen, %                         | 58,51                             | 56,02 | 58,47 | 56,88 | 57,65 | 57,81 | 0,38    | Ns     | 3,17     |
| Casca, %                           | 9,20                              | 9,41  | 9,54  | 9,74  | 9,59  | 9,43  | 0,01    | Q      | 1,99     |
| Alt. Gema, mm                      | 7,33                              | 7,02  | 7,00  | 7,10  | 7,15  | 7,23  | 0,71    | Ns     | 6,74     |
| Alt. Albúmen, mm                   | 15,53                             | 15,69 | 15,72 | 15,80 | 15,90 | 15,98 | 0,05    | LP     | 1,47     |
| Coloração da gema                  | 5,75                              | 5,81  | 6,03  | 6,11  | 6,20  | 6,22  | 0,05    | LP     | 4,49     |
| Esp. da casca, $\mu\text{m}$       | 43,16                             | 43,28 | 44,07 | 44,57 | 45,31 | 43,66 | 0,01    | Q      | 1,96     |
| Grav. esp., $\text{g}/\text{cm}^3$ | 1085                              | 1087  | 1086  | 1086  | 1086  | 1085  | 0,53    | Ns     | 0,14     |
| Unidade haugh                      | 81,20                             | 83,26 | 83,35 | 83,55 | 82,47 | 82,46 | 0,26    | Ns     | 1,78     |
| Resist. Casca, N                   | 34,27                             | 35,61 | 40,30 | 42,23 | 35,50 | 35,16 | 0,05    | Q      | 7,34     |

CV - Coeficiente de variação. P Valor - Coeficiente de Probabilidade. Q - Efeito Quadrático. LP - Efeito Linear Positivo. Ns – Não significativo

Não houve efeito da inclusão de diferentes níveis de metionina + cistina sobre as características de qualidade para as variáveis peso de ovo, porcentagem de gema e albúmen, altura de gema, gravidade específica e unidade Haugh. Resultados semelhantes foram encontrados por Polese *et al.* (2012), utilizando níveis de 0,58 a 0,75% de metionina + cistina.

Na qualidade dos ovos, embora não tenha sido observado efeito significativo nos resultados de algumas variáveis, o efeito do aumento da ingestão de metionina na altura do albúmen, com melhor nível observado com a inclusão de 0,70% de metionina + cistina, indica uma grande mudança na qualidade do conteúdo interno do ovo, especialmente devido a esta região ser a responsável para o acúmulo de proteínas e aminoácidos (MORENG; AVENS, 1990).

Assim, a partir do uso consciente e correto da suplementação nas rações, Pavan *et al.* (2005) afirmaram que o uso de proteínas e aminoácidos para poedeiras pode proporcionar um

suprimento e equilíbrio na exigência nutricional, melhorando seu desempenho. A fim de reduzir os problemas observados no final do primeiro ciclo de produção e durante o segundo ciclo de produção, a qualidade dos ovos pode ser modificada a partir do ajuste nutricional do conteúdo de aminoácidos na dieta, principalmente na casca (BRUMANO, 2010).

Laurentiz *et al.* (2005) e Junqueira *et al.* (2006) não verificaram influência da suplementação de metionina na unidade Haugh. Schmidt *et al.* (2009) observaram efeito quadrático da suplementação (0,490 a 0,698%) de metionina + cistina digestível para unidade Haugh e índice de gema, mas não observaram efeito para índice de albúmen.

Um aspecto importante a ser levado em consideração é que, quanto maiores os ovos, maiores são os efeitos da gravidade sobre a mensuração da altura da gema e albúmen. Ou seja, maiores são as chances de encontrar valores menores de altura dos componentes dos ovos de maior peso. Esses valores contribuem de maneira direta no cálculo dos índices de gema e de albúmen e da unidade Haugh. Porém, não foi observado neste trabalho efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre o peso dos ovos. Brumano (2010) mencionou que vários fatores podem afetar a qualidade interna dos ovos, como o tempo de armazenamento, a idade das aves, a temperatura ambiente, tipos de aparelhos utilizados para determinar as diversas medições, sendo, portanto, comum verificar diferentes respostas nos ensaios experimentais para os parâmetros de qualidade interna de ovos.

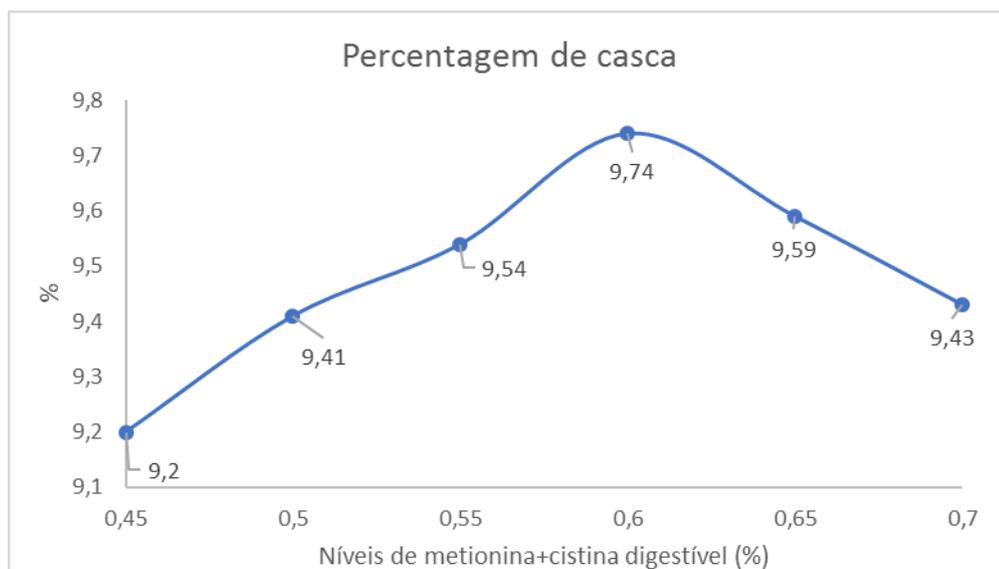


Gráfico 3. Percentagem de casca de poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis de metionina + cistina.

Foi observado efeito significativo para porcentagem de casca (Gráfico 3), com o melhor nível observado de 0,60% de inclusão de metionina + cistina, indo de encontro com os resultados já encontrados nos trabalhos anteriormente citados, uma vez que, quando o peso do ovo não tem aumento significativo, a deposição de minerais na casca mantém sua eficiência. Schmidt *et al.* (2009) não observaram efeito da porcentagem de inclusão de metionina + cistina para porcentagem de gema, casca e albúmen, diferente dos resultados de Mendonça Jr. e Lima (1999) e Laurentiz *et al.* (2005) que, trabalhando com galinhas poedeiras em segundo ciclo de produção, encontraram valores médios para porcentagem de casca (9,1 e 9,7%), valores próximos dos observados neste experimento.

Brumano (2010) também afirma que mudanças na qualidade da casca podem ser observadas a partir do aumento do tamanho do ovo devido à suplementação de metionina, além de alterações metabólicas decorrentes do segundo ciclo em poedeiras. Além disso, a menor porcentagem de casca de ovo pode resultar em conchas menos espessas e com menor qualidade, o que resultaria em uma porcentagem maior de ovos não comerciais.

Diferente dos resultados de outras bibliografias, que maiores percentuais de casca (9,99%) foram obtidos com o uso de menores níveis porcentagem de metionina + cistina avaliada (0,45%), pode ser explicado pela relação dos aminoácidos sulfurosos têm com o tamanho do ovo, portanto pode-se aumentar a qualidade de casca manipulando as quantidades de metionina + cistina da dieta (LAURENTIZ *et al.*, 2005).

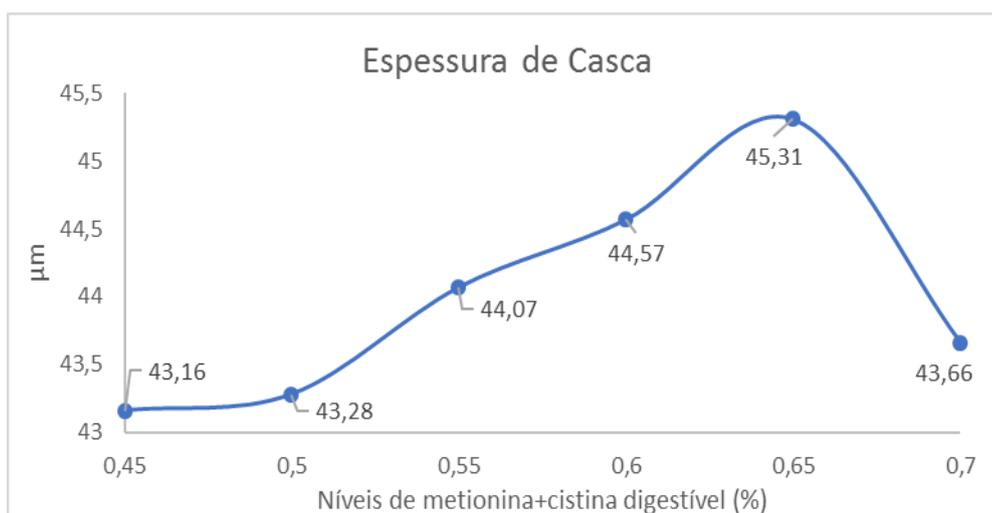


Gráfico 4. Espessura de casca de poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis de metionina + cistina.

Diversos pesquisadores (SHAFER *et al.*, 1998; HARMS; RUSSEL, 2003; NOVAK; SCHEIDELER, 2004) comprovaram aumento nos componentes internos dos ovos (gema e albúmen) ocasionado por níveis de metionina da dieta, mas os mesmos resultados não foram obtidos estatisticamente neste experimento, exceto para as alturas de albúmen e coloração de gema.

Resultado positivo observado para coloração de gema no presente trabalho, obteve um efeito linear positivo, com o melhor resultado obtido a partir da inclusão de 0,70% de metionina + cistina. A pigmentação da gema tem grande influência na comercialização dos ovos, sendo a preferência do mercado por gemas mais pigmentadas. Em poedeiras alimentadas com rações à base de milho, a média de coloração da gema, seguindo a escala colorimétrica Roche (Figura 1), é de aproximadamente 7,0 pontos, observando-se que não é necessário adicionar pigmentantes artificiais quando as gemas possuem coloração de até 5,0 pontos (BARBOSA DE BRITO; STRINGHINI, 2003), característica observada neste trabalho, onde a média encontrada foi de 6,0 pontos de coloração.

Assim como houve efeito significativo para porcentagem de casca (Gráfico 4), os resultados de espessura de casca também tiveram significância, observando o nível de 0,65% como o melhor para inclusão para este tipo de variável. Fraser *et al.* (1998) mencionaram que a base da casca do ovo consiste em uma matriz proteica, sendo possível que o aumento no consumo de aminoácidos sulfurosos possa influenciar na síntese de proteínas nas membranas da casca. Pode ser o fato verificado neste trabalho, entretanto o peso e não foi afetado significativamente, demonstrando que existe a necessidade de mais pesquisas relacionadas a estes parâmetros de qualidade de ovos com o mesmo nutriente para sanar tais dúvidas.

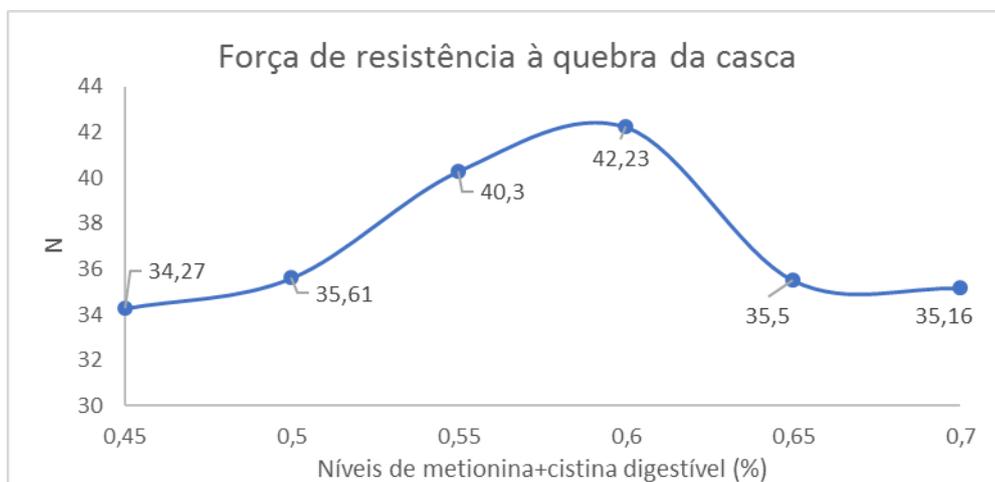


Gráfico 5. Resistência à quebra de casca de poedeiras leves alimentadas com diferentes níveis de metionina + cistina.

A resistência da casca (Gráfico 5) é uma das características que mais pesam para o produtor, significando perdas de aproximadamente 12,3 % ao ano por problemas na casca (FURTADO *et al.*, 2001). Segundo Souza-Soares e Siewerd (2005), problemas relacionados à perda de ovos por quebras em virtude de casca de má qualidade têm atingido a maioria dos produtores comerciais, já que a casca é influenciada por vários fatores, entre eles a idade e a nutrição.

**Tabela 4.** Glicose (GLI), Triglicerídeos (TRI) e Colesterol total (COL) de poedeiras no segundo ciclo alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina + cistina.

| Variáveis  | Níveis de metionina + cistina (%) |        |        |        |        |        | p-valor | Efeito | CV, % |
|------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|
|            | 0,45                              | 0,50   | 0,55   | 0,60   | 0,65   | 0,70   |         |        |       |
| GLI, mg/dl | 170,50                            | 173,00 | 179,00 | 167,50 | 162,50 | 143,66 | 0,03    | Q      | 9,29  |
| TRI, mg/dl | 413,66                            | 433,66 | 521,33 | 407,66 | 360,00 | 350,00 | 0,05    | Q      | 15,30 |
| COL, mg/dl | 152,00                            | 150,00 | 154,00 | 157,00 | 156,00 | 157,00 | 0,08    | Ns     | 1,07  |

CV - Coeficiente de variação. p-valor - Coeficiente de Probabilidade. Q - Efeito Quadrático. ns – não significativo.

É possível observar que, com o aumento dos níveis de metionina + cistina, houve um decréscimo (a partir do nível de 0,55%) na contagem de glicose e triglicerídeos, demonstrando efeito quadrático nestas ocasiões. Neste estudo, também devido aos resultados bioquímicos do sangue, observou-se que a exigência ideal de metionina + cistina para poedeiras no segundo ciclo de produção foi maior que a observada nas recomendações de Rostagno *et al.* (2011) para poedeiras no primeiro ciclo, principalmente porque os níveis abaixo das recomendações ideais observadas apresentaram piores resultados na qualidade da casca e na altura do albúmen.

Segundo Mendonça e Lima Jr. (1999) e Domingues *et al.* (2016), uma produtividade satisfatória durante o segundo ciclo de produção só é alcançada quando as aves têm condições nutricionais adequadas para garantir uma boa recuperação dos componentes corporais, ou metabolismo próprio, e um rápido retorno à produção em níveis comerciais.

## 6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho zootécnico, em relação ao consumo, o nível de 0,60% de inclusão de metionina + cistina obteve os melhores resultados, porém com baixa produção e conseqüentemente massa de ovos em relação aos outros níveis testados.

Em relação à qualidade do ovo, os melhores valores foram observados com os níveis de 0,60, 0,65 e 0,70% para as variáveis de porcentagem de casca, resistência à ruptura da casca, espessura de casca, altura de albúmen e coloração de gema, respectivamente.

Diante dos resultados obtidos para os parâmetros de desempenho zootécnico e qualidade dos ovos, o nível de 0,60% de inclusão de metionina + cistina nas rações de poedeiras leves em segundo ciclo demonstrou-se o mais adequado neste estudo.

Faz-se necessário a renovação de estudos científicos que comprovem a eficácia deste nutriente para poedeiras em segundo ciclo, determinando quais níveis são aceitáveis para inclusão em dietas destes animais.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual, 2018.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual, 2017.

BARBOSA, M.J.B.; CARDOZO, R.M; SOUZA, V.L.F.; RICKLI, M.E. Níveis de metionina+cistina no desempenho de poedeiras comerciais leves com 45 semanas de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n. 4, p. 1032-1039, 2009.

BARBOSA, B. A. C.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S. et al. Exigência Nutricional de Metionina+Cistina para Galinhas Poedeiras de Ovos Brancos e Marrons, no Segundo Ciclo de Produção. Características Produtivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.526-533, 1999.

BARBOSA DE BRITO, A.; STRINGHINI, J. H. Avaliação do gérmen integral de milho na nutrição de poedeiras comerciais. **Avicultura Industrial**, v. 94, n. 10, p. 22-24, 2003.

BRUMANO, G. Níveis de metionina + cistina digestíveis em rações para poedeiras leves, nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1984-1992, 2010.

CRUZ, F.G.G. **Avicultura caipira na Amazônia**. Manaus: EDUA, 80p, 2011.

CRUZ, F.G.G.; RUFINO, J.P.F.; MELO, R.D.; FEIJO, J.C.; DAMASCENO, J.L.; COSTA, A.P.G.C. Perfil Socioeconômico da Avicultura no Setor Primário do Estado do Amazonas, Brasil. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 371-391, 2016.

DAENNER, E.; BESSEI, W. Effectiveness of liquid DL-methionine hydroxy analogue-free acid (DL-MHA-AL) compared to DL-methionine on performance of laying hens. **Archive Fuer Geflügelkunde**, v. 66, p.97-101, 2002.

DOMINGUES, C.H.F.; SGAVIOLI, S.; MENEGUCCI PRAES, M.F.F.; SANTOS, E.T.; CASTIBLANCO, D.M.C.; PETROLI, T.G.; DUARTE, K.F.; JUNQUEIRA, O.M. Lisina e

metionina+cistina digestíveis sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais: Revisão. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.10, n.6, p.487-493, Jun., 2016.

FRASER, A.C.; BAIN, M.M; SOLOMON, S.E. Organic protein matrix morphology and distribution in the palisade layer of eggshells sampled at selected periods during lay. **Brit. Poultry Science**, v.39, p.225-228, 1998.

FIGUEIREDO JÚNIOR, J.P.; COSTA, F.G.P.; NASCIMENTO, G.A.J.; SANTANA, M.H.M. Aspectos sobre a utilização de aminoácidos totais e digestíveis nas rações para poedeiras. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.13, n.3, jul./set., p.186-197, 2014.

FILHO, J.J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1063-1069, 2006.

FURTADO, I.M.; OLIVEIRA, A.I.G.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, B.L.O.; RODRIGUES, P.B. **Correlação entre medidas da qualidade da casca e perda de ovos no segundo ciclo de produção**. Parte da dissertação de mestrado em Zootecnia/UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA). Ciênc. Agrotec., Lavras, v.25, n.3, p.654-660, maio/jun., 2001.

GIETZEN, D.W. Neural mechanisms in the response to amino acid deficiency. **Journal of Nutrition**, v.123, p.610-625, 1993.

GOULART, C.C. **Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas**. 1997. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. Performance of commercial laying hens fed diets with various levels of methionine. **Journal of Applied Poultry Research**, v.12, p.449-455, 2003.

HARMS, R.H. **Proteína (aminoácidos) para poedeiras**. In: **Simpósio internacional sobre nutrição de aves**. Campinas, São Paulo, Brasil, p.111-122, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Gráficos de Estações Convencionais – Manaus. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: 07 de abril, 2017.

ISSAO, R.I. Muda forçada. Aspectos a serem abordados para a promoção do segundo ciclo de produção. **NFL Alliance**, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento da produção animal de 2017, 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 16 de janeiro de 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 de abril de 2017.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L.; RIBEIRO, M.L.G.; MARTINS, T.D.D.; RABELLO, C.B.V. Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1063-1069, 2006.

JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S. et al. Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. **J. Appl. Poultry Science**. v.15, p.110-115, 2006.

LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S.; RODRIGUES, E.A. et al. Níveis de aminoácidos sulfurados totais para poedeiras semi-pesadas após a muda forçada. **Ciência Rural**, v.35, p.164-168, 2005.

LEUNG, P.M.B.; ROGERS, Q.R. Importance of prepyriform cortex in food intake response of rats to amino acids. **American Journal of Physiology**, v.221, p.929-935, 1971.

LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M.M.; ROLAND, D.A. Influence of added synthetic lysine for first phase second cycle commercial legohrns with the methionine+cystine/lysine ratio maintained at 0.75. **Inter. J. Poultry Science**, v.3, p.220-227, 2004.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP- UNESP, 1994. 296p.

MENDONÇA JR, C. X.; LIMA, F. R. Efeito dos níveis de proteína e de metionina da dieta sobre o desempenho de galinhas poedeiras após a muda forçada. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, 36, 332-338, 1999.

MOURA, D.J.; BUENO, L.G.F.; LIMA, K.A.O.; CARVALHO, T.M.R.; MAIA, A.P.A. Strategies and facilities in order to improve animal welfare. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.311-316, 2010.

MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Rocca, p.227-250, 1990.

NOVAK C.; YAKOUT, H.; SCHEIDELER, S. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.977-984, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of poultry. 9. ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994.

OLIVEIRA, B.L. **Alimentação de poedeiras leves após muda forçada**. In: Simpósio latino americano de nutrição de aves, Campinas, São Paulo, Brasil, p. 46-50, 1993.

PAVAN, A.C.; MÓRI, C.; GARCIA, E.A. et al. 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, n.2, p.568-574, 2005.

PEREIRA, A.A.; JUNQUEIRA, O.M.; SGAVIOLI, S. Segundo ciclo de produção nas poedeiras comerciais e suas características. **Universidade Estadual Paulista**, 2009.

POLESE, C; NUNES, R.V.; VILELA, C.G.; MURAKAMI, A.E.; AGUSTINI1, M.A.B.; TAKAHASHI, S.E.; VILELA, V.O.; SOUZA, C.; SCHNEIDER, S.E. Quantidade de

metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas de 75 a 91 semanas de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1682-1690, 2012.

RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; OLIVEIRA, B.L. et al. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de aminoácidos sulfurosos totais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.248-260, 1996.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Universidade Federal de Viçosa, 141p, 2000.

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 dos Alimentos e Requerimentos Nutricionais**. 3 ed. Viçosa: UFV; 2011. 252p.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; TEIXEIRA ALBINO, L.F.; ROSTAGNO, H.S.; NASCIF, C.C.C. Exigência nutricional de metionina + cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol 36, 2007.

SCHERER, M.R. et al. Efeito dos métodos de muda forçada sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais durante o segundo ciclo produtivo. **Veterinária e Zootecnia**, p.195-203, v. 16, n. 1, 2009.

SCHMIDT, M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1962-1968, 2009.

SHAFER, D.J.; CAREY, J.B.; PROCHASKA, J.F. Dietary methionine intake on egg component yield, composition, functionality and texture profile analysis. **Poultry Science**, v.77, p.1056-1062, 1998.

SILVA, R.A. Considerações sobre a avicultura de postura paranaense e sua inserção no Brasil e no mundo. **Secretaria de estado da agricultura e do abastecimento – Departamento de economia rural**, 2007.

SILVA, R.C.; José W. B. do NASCIMENTO, J.W.B.; OLIVEIRA, D.L.; CAMERINI, N.L.; A. FURTADO, D.A. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. **Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS**, v.27, n.1, p.13-18, 2012.

SILVA, M.F.R.; FARIA, D.E.; RIZZOLI, P.W. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol 39, 2010.

SINDIRAÇÕES. **Boletim estatístico do setor**. Dezembro, 2017. Disponível em: <[https://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2017/12/boletim\\_informativo\\_do\\_setor\\_dez\\_2017\\_vs\\_final\\_port\\_sindiracoes.pdf](https://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2017/12/boletim_informativo_do_setor_dez_2017_vs_final_port_sindiracoes.pdf)>. Acesso em 06 de janeiro de 2019.

SOUSA-SOARES, L.A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Ed. da Universidade UFPEL, 2005.

TEIXEIRA, R.S.C.; CARDOSO, W.M. Muda forçada na avicultura moderna. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.35, n.4, p.444-455, 2011.

SAS. Statistical Analysis System. SAS/STAT Software Version 9.2. Cary: SAS Institute Inc., 2008.

SUPERCAC. Ração de custo mínimo. Versão 1.02 para Windows. [S.I]: TD Software, 2004.

WALDROUP, P.W.; HELLWIG, H.M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. **Journal Applied Poultry Science**, v.4, p.283-292, 1995.