

**KELLE PARDIM DE OLIVEIRA**

**DETERMINAÇÃO DA FAIXA DE CONFORTO TÉRMICO DE GALINHAS  
POEDEIRAS EM PICO DE POSTURA SUBMETIDAS A DISTINTAS DIETAS  
E DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE CÍCLICO POR CALOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do  
título de *Doctor Scientiae*.

Orientadora: Ilda de Fátima Ferreira Tinoco

Coorientadores: Cecília de Fátima Souza Ferreira  
Fernando da Costa Baêta  
Luiz Fernando Teixeira Albino

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2019**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

O48d  
2019  
Oliveira, Kelle Pardim de, 1988-  
Determinação da faixa de conforto térmico de galinhas  
poedeiras em pico de postura submetidas a distintas dietas e  
diferentes níveis de estresse cíclico por calor / Kelle Pardim de  
Oliveira. – Viçosa, MG, 2019.  
125 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndices.

Orientador: Ilda de Fátima Ferreira Tinoco.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Galinhas - Instalações - Engenharia ambiental.  
2. Animais - Proteção. 3. galinhas - Fatores climáticos. 4. Calor -  
Efeito fisiológico. 5. Nutrição animal. I. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

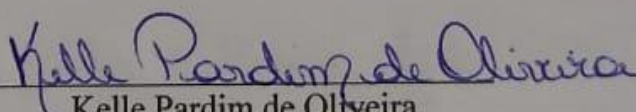
CDD 22. ed. 636.50831

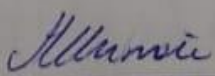
KELLE PARDIM DE OLIVEIRA

**DETERMINAÇÃO DA FAIXA DE CONFORTO TÉRMICO DE GALINHAS  
POEDEIRAS EM PICO DE POSTURA SUBMETIDAS A DISTINTAS DIETAS  
E DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE CÍCLICO POR CALOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 19 de julho de 2019.

  
Kelle Pardim de Oliveira  
Autora

  
Ilda de Fátima Ferreira Tinôco  
Orientadora

À Deus, que iluminou meu caminho durante esta trajetória.

Aos meus amados pais, Arlete Dias Pardim de Oliveira e Paulo Afonso de Oliveira, que são o meu mundo, sempre me incentivando e ajudando a seguir em frente vencendo os desafios da vida, e que também não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A minha irmã Tatielih Pardim de Oliveira Xavier que sempre me incentivou a estudar e a batalhar por meus sonhos.

Ao meu afilhado Miguel Pardim Xavier, que foi um anjo que Deus me presenteou.

Vocês foram fundamentais nesta nova fase da minha vida, sempre me incentivando e apoiando nos momentos de dificuldade.

**AMO MUITO VOCÊS!**

Dedico!

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por todas as bênçãos em minha vida. Agradeço também pelas pessoas que o Senhor colocou em meu caminho. Algumas delas me inspiram, me ajudam, me desafiam e me encorajam a ser cada dia melhor.

A minha orientadora, Prof<sup>ª</sup>. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, pela paciência na orientação, apoio, incentivo e compreensão durante todo o tempo que dediquei à realização deste trabalho.

A Prof<sup>ª</sup>. Cecilia de Fatima Souza Ferreira, por todo apoio desde o meu mestrado sempre me ajudando e me aconselhando.

Ao Prof. Fernando Costa Baêta por todo apoio antes, durante e após meu experimento, pelas conversas “que foram muitas” e conselhos.

Ao Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino por todo apoio durante o meu experimento, sempre me ajudando nos momentos mais difíceis a solucionar os problemas.

Ao Prof. Paulo Roberto Cecon, pelas sugestões e ajuda na realização da estatística do experimento.

Aos Profs. Fátima Baptista e Vasco Fitas por todo incentivo, apoio, por sempre estarem presentes durante o doutorado sanduíche que fiz em Portugal, pela amizade e carinho.

Aos Profs. Matteo Barbari, Giuseppe Rossie e Leonardo Conti por todo incentivo e ajuda durante o período que passei na Universidade de Florença.

A minha família de coração que Deus me presenteou em Viçosa, Fatinha, Gorete, Vanessa e Inês, nunca terei como agradecer pelo apoio, amizade e carinho de vocês.

A minha família de coração que Deus me presenteou em Évora, Tércia, Bruno e Bollycao, por toda as alegrias e boas recordações que jamais serão esquecidas.

Aos meus amigos Cristiane, Felipe Dalolio, Willian, Diogo, Fabiano, Felipe, Múcio, Rafaella, Fernandinha e Jadson, pela amizade, carinho, ajuda no decorrer do experimento e pelos momentos de distração.

Aos meus amigos de Évora Tereza, David, Catarina e José pela amizade, carinho, ajuda no período que passei em Portugal.

Aos meus estagiários Glauber, Carol, Elias, Oswaldo, Geowana, Samuel, Ricardo, Willian Rubens, Rafael Pereira, Bruno, Teones e Rafael Rush que auxiliaram na execução do experimento.

Aos funcionários do aviário da Zootecnia, em especial ao Adriano, Joselino, Elísio e Jeremias pela disponibilidade e ajuda durante meu experimento.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, em especial ao Juvercino, Moises, Luís Sérgio, José Mauro, Rodolfo e Geraldo pela disponibilidade e ajuda durante meu experimento.

A Universidade de Évora – Uevora, a qual realizei o doutorado sanduiche no âmbito do Programa da União Europeia, Programa Erasmus +, International Credit Mobility (ICM).

A Universidade de Firenze – UNIFI, a qual realizei atividades, no Departamento de Gestão de Sistemas Agrícolas, Alimentares e Florestais – GESAAF.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Engenharia Agrícola, e em especial ao Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO).

Aos órgãos de fomento, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desse sonho, OBRIGADA.

## **BIOGRAFIA**

KELLE PARDIM DE OLIVEIRA filha de Arlete Dias Pardim de Oliveira e Paulo Afonso de Oliveira, nasceu no dia 12 de novembro de 1988, em Ceres, Goiás, Brasil.

Em agosto de 2008 ingressou no curso de graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Goiás.

Em julho de 2013 submeteu-se à defesa de sua monografia intitulada “Avaliação do microclima em galpões avícolas sob cobertura de fibrocimento com e sem pintura reflexiva” sob a orientação da professora Sandra Regina Pires de Moraes, assim concluindo o curso de graduação em Engenharia Agrícola.

Em agosto de 2013 iniciou o curso de mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, linha de pesquisa Construções Rurais e Ambiente.

Em julho de 2015 submeteu-se à defesa de sua dissertação de mestrado intitulada “Influência de diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável no desempenho de frangos de corte na fase final de criação” sob a orientação da professora Cecília de Fátima Sousa Ferreira, assim concluindo a pós-graduação a nível de mestrado em Engenharia Agrícola.

Em agosto de 2015 iniciou o curso de doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, linha de pesquisa Construções Rurais e Ambiente.

## RESUMO

OLIVEIRA, Kelle Pardim, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, julho de 2019. **Determinação da faixa de conforto térmico de galinhas poedeiras em pico de postura submetidas a distintas dietas e diferentes níveis de estresse cíclico por calor.** Orientadora: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Coorientadores: Cecília de Fátima Souza Ferreira, Fernando da Costa Baêta e Luiz Fernando Teixeira Albino.

O estresse gerado em aves expostas à altas temperaturas, especialmente quando estas encontram-se associadas à altos valores de umidade relativa do ar ambiente, podem resultar, dependendo da intensidade e duração da condição estressante, em redução no desempenho produtivo e nível de bem-estar animal, principalmente devido à cobertura de penas e falta de glândulas sudoríparas destes animais, o que dificulta a sua dissipação de calor. Como consequência detrimental em galinhas poedeiras, o estresse por calor pode causar, por exemplo, a redução na quantidade e tamanho do ovo produzido, visto que, nessa condição, as aves consomem menos ração, o que está diretamente relacionado aos parâmetros supracitados. Neste aspecto, uma das maneiras de se amenizar a queda geral de produtividade causada pelo estresse por calor é por meio da manipulação nutricional da ração fornecida, tornando-se necessário estabelecer um nível ótimo de energia metabolizável na dieta que possa levar a melhor desempenho de aves submetidas a cada distinta condição ambiental desfavorável. Considerando-se que a avicultura foi pautada nas modificações genéticas ao longo das últimas décadas, o que impõe modificações também na exigência dos animais, torna-se fundamental atualizar as faixas térmicas ambientais consideradas ótimas para melhor desempenho produtivo de galinhas poedeiras criadas sob as condições climáticas do Brasil, em cada uma de suas distintas fases de vida, de maneira a se estabelecer o melhor manejo nutricional, bem como dos sistemas de aclimatização ambiente. Objetivou-se determinara faixa de temperatura ideal para galinhas na fase de pico de postura (24<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semanas de idade), bem como o nível ideal de energia metabolizável na dieta, quando estas aves são submetidas a diferentes níveis de estresse cíclico por calor, tendo como base as respostas fisiológicas, dosagem de hormônio (T3 e T4) e desempenho produtivo das mesmas. Avaliou-se o desempenho de galinhas poedeiras submetidas a quatro condições térmicas ambientais cíclicas e distintas, sendo 12 horas de exposição a cada temperatura indicada: (20°/20°C), (25°/20°C), (30°/20°C) e (35°/20°C). Para cada condição térmica estudada, as aves foram alimentadas com quatro níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900 e 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>). Foram avaliados os parâmetros de qualidade de ovo (peso do ovo, espessura e peso da casca, peso do albúmen, peso da gema,

índice e porcentagem de gema, porcentagem de albúmen, porcentagem de casca, volume e área do ovo, unidade Haugh e gravidade específica); respostas fisiológicas (temperatura média corporal e de cloaca); peso e tamanho dos órgãos reprodutores (ovário e oviduto); dosagem de hormônio (T3 e T4) e desempenho produtivo (consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovo, conversão alimentar por massa de ovos, peso corporal, viabilidade e porcentagem de ovos). Para a maioria dos parâmetros analisados, aves expostas a condição térmica de 25°/20°C obtiveram ovos de melhor qualidade, quando comparadas àquelas alojadas em condição térmica de 20°/20°C, considerada pela literatura como sendo de conforto. Condição térmica de 30°/20°C e 35°/20°C afetaram negativamente a qualidade dos ovos, temperatura média corporal de galinhas na fase de pico de postura. Resultados semelhantes foram verificados para os valores de temperatura de cloaca. Efeito contrário foi observado para os valores de peso do ovário e concentração de T3, que reduziram, respectivamente, em 18% e 43,8% com o aumento da temperatura de 20°/20°C para 35°/20°C. Com base na forma em que esta investigação foi realizada, pode-se concluir que, nas condições térmicas ambientais de 30°/20°C e 35°/20°C, as aves apresentam redução no metabolismo e perdas que afetam seu desempenho reprodutivo. As condições térmicas ambientais influenciaram o consumo de ração, conversão alimentar, peso corporal, viabilidade e porcentagem de ovos postos, observando redução desses valores com o aumento das condições térmicas de 20°/20°C para 35°/20°C. Os níveis de energia metabolizável na ração influenciaram somente os valores de altura de gema, peso de oviduto, peso corporal e concentração de T3, que foram maiores para o nível de 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>. Além disso, observou-se que quanto maior o nível de energia metabolizável na ração ingerida pela ave, mais esta fica preparada para expressar seu potencial produtivo. Os diferentes níveis de energia metabolizável na ração não influenciaram na maioria dos parâmetros e performance produtiva estudados. Nesse sentido, pode-se concluir que galinhas poedeiras em fase de pico de postura, expostas a 12 horas continuadas em ambientes a temperaturas superiores a 30°C, apresentam redução no metabolismo e perdas que afetam negativamente o seu desempenho produtivo, independentemente do nível de energia da dieta a que foram submetidas. Diante do apresentado no presente estudo, fica evidente que, tanto a condição térmica de 20°/20°C considerada de conforto pela literatura, quanto a de 25°/20°C, são adequadas para criação de galinhas na fase de pico de postura, considerando-se que, nestas faixas térmicas, ocorreram interferências positivas, tanto no desempenho produtivo, quanto nos parâmetros de qualidade dos ovos. Sendo assim, sugere-se a realização de estudos complementares que considerem outros níveis de energia na dieta associados a ambientes térmicos ainda mais estressantes,

visando uma estimativa mais acertada nesse aspecto e, conseqüentemente mais viáveis economicamente.

Palavras-chave: Ambiência. Avicultura de postura. Bem-estar animal. Estresse cíclico. Nutrição.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Kelle Pardim., D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, July, 2019. **Determination of the thermal comfort range of peak laying hens submitted to different diets and different levels of cyclic heat stress.** Adviser Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-Advisers: Cecilia de Fátima Souza Ferreira, Fernando da Costa Baêta and Luiz Fernando Teixeira Albino.

The stress generated in birds exposed to high temperatures, especially when they are associated with high ambient air relative humidity values, may result, depending on the intensity and duration of the stressful condition, in reduced productive performance and welfare level mainly due to feather coverage and lack of sweat glands in these animals, which makes it difficult to dissipate heat. As consequence detrimental in laying hens, heat stress can cause, for example, a reduction in the amount and size of the egg produced, since in this condition the birds consume less feed, which is directly related to the above parameters. In this respect, one of the ways to alleviate the overall productivity decrease caused by heat stress is through the nutritional manipulation of the feed provided, making it necessary to establish an optimal level of metabolizable energy in the diet that can lead to better bird performance. subject to each distinct unfavorable environmental condition. Considering that poultry farming has been based on genetic modifications over the last decades, which also requires changes in animal requirements, it is essential to update the environmental thermal ranges considered optimal for the best productive performance of laying hens raised under climatic conditions. Brazil, in each of its different stages of life, in order to establish the best nutritional management, as well as environmental acclimatization systems. The objective was to determine the optimum temperature range for chickens in the peak laying phase (24 to 31 weeks of age), as well as the ideal level of metabolizable energy in the diet, when these birds are subjected to different levels of cyclic heat stress. based on physiological responses, hormone dosage (T3 and T4) and their productive performance. The performance of laying hens subjected to four distinct cyclical environmental thermal conditions was evaluated, with 12 hours exposure at each indicated temperature: (20°/ 20°C), (25°/ 20°C), (30°/ 20°C) and (35°/ 20°C). For each thermal condition studied, the birds were fed four levels of metabolizable energy in the feed (2700, 2800, 2900 and 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>). Egg quality parameters (egg weight, shell thickness and weight, albumen weight, yolk weight, yolk index and percentage, albumen percentage, egg shell percentage, egg volume and area, Haugh unit and specific gravity); physiological responses (average body and cloaca temperature); weight and size of reproductive organs (ovary and oviduct); hormone dosage (T3 and T4) and productive performance (feed intake, feed conversion per dozen eggs,

feed conversion by egg mass, body weight, viability and egg percentage). The metabolizable energy levels in the diet influenced only the yolk height, oviduct weight, body weight and T3 concentration values, which were higher for the 3000 kcal.kg<sup>-1</sup> level. In addition, it was observed that the higher the level of metabolizable energy in the feed ingested by the bird, the more prepared it is to express its productive potential. The different levels of metabolizable energy in the diet did not influence most of the parameters and productive performance studied. In this sense, it can be concluded that laying hens in the peak laying phase, exposed to continuous 12 hours in environments with temperatures above 30 °C, have reduced metabolism and losses that negatively affect their productive performance, regardless of the level of production. energy of the diet to which they were subjected. Given the present study, it is evident that both the thermal condition of 20°/20 °C considered comfort in the literature, as well as the 25°/20 °C, are suitable for raising chickens in the peak phase of laying. Considering that, in these thermal ranges, there were positive interferences, both in the productive performance and in the egg quality parameters. Therefore, further studies are suggested to consider other dietary energy levels associated with even more stressful thermal environments, aiming at a more accurate estimate and, consequently, more economically viable.

**Keywords:** Ambience. Animal welfare. Cyclic stress. Laying poultry. Nutrition.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Altura da gema em função dos níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 52
- Figura 2.** Peso do ovo de galinhas na fase de pico de postura em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C), para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 54
- Figura 3.** Volume do ovo em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 55
- Figura 4.** Área do ovo em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 57
- Figura 5.** Peso do albúmen em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup>) ..... 58
- Figura 6.** Porcentagem do albúmem em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 60
- Figura 7.** Altura do albúmem em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 61
- Figura 8.** Peso da gema em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 63
- Figura 9.** Altura da gema em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 64
- Figura 10.** Índice da gema em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 65
- Figura 11.** Porcentagem da gema em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras) ..... 67

<b>Figura 12.</b> Peso da casca em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	68
<b>Figura 13.</b> Porcentagem de casca em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	70
<b>Figura 14.</b> Espessura da casca em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	71
<b>Figura 15.</b> Unidade de Haugh em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	73
<b>Figura 16.</b> Temperatura de cloaca em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	90
<b>Figura 17.</b> Temperatura média corporal de galinhas poedeiras em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	92
<b>Figura 18.</b> Peso do ovário de galinhas poedeiras com 31 semanas de vida em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C).....	93
<b>Figura 19.</b> Peso do oviduto de galinhas poedeiras com 31 semanas de vida, em função dos níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> )....	94
<b>Figura 20.</b> Concentração de T3 de galinhas poedeiras com 31 semanas de vida em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C).....	96
<b>Figura 21.</b> Concentração de triiodotironina de galinhas poedeiras com 31 semanas de vida, em função dos níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> ) .....	97
<b>Figura 22.</b> Consumo de ração em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	110
<b>Figura 23.</b> Conversão alimentar por dúzia de ovos em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	111

<b>Figura 24.</b> Conversão alimentar por massa de ovos em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	113
<b>Figura 25.</b> Peso corporal em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	114
<b>Figura 26.</b> Peso corporal em função dos níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> ) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	115
<b>Figura 27.</b> Viabilidade em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	117
<b>Figura 28.</b> Produção de ovos em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras) .....	118

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição das rações experimentais .....	48
<b>Tabela 2.</b> Quadrado médio das variáveis consideradas para níveis de energia metabolizável (NI), de 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> e sua interação com as condições térmicas (TEMP), de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C e semanas de vida das aves (SEM), da 25 <sup>a</sup> .....	51
<b>Tabela 3.</b> Valores médios de altura da gema (A.G), em mm, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	52
<b>Tabela 4.</b> Valores médios do peso do ovo (P.Ovo), em g, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	53
<b>Tabela 5.</b> Valores médios de volume (V.Ovo), em cm <sup>3</sup> , de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	55
<b>Tabela 6.</b> Valores médios de área do ovo (S.Ovo), em cm <sup>2</sup> , de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	56
<b>Tabela 7.</b> Valores médios de peso de albúmen (P.Alb), em g, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	57
<b>Tabela 8.</b> Valores médios de porcentagem de albúmen (%Alb), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	59
<b>Tabela 9.</b> Valores médios de altura de albúmen (A.Alb), em mm, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	60
<b>Tabela 10.</b> Valores médios de peso de gema (P.Ge), em g, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	62
<b>Tabela 11.</b> Valores médios de altura da gema (A.Ge), em mm, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	63

<b>Tabela 12.</b> Valores médios de índice de gema (I.Ge), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	65
<b>Tabela 13.</b> Valores médios de porcentagem de gema (%Ge), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	66
<b>Tabela 14.</b> Valores médios de peso de casca (P.Casca), em g, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	67
<b>Tabela 15.</b> Valores médios de porcentagem de casca (%Casca), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	69
<b>Tabela 16.</b> Valores médios de espessura de casca (E.Casca), em mm, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	70
<b>Tabela 17.</b> Valores médios da unidade de Haugh (UH), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	72
<b>Tabela 18.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: gravidade específica, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	74
<b>Tabela 19.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: peso (P.Ovo) em (g) volume (V) em (cm <sup>3</sup> ), área (S) em (cm <sup>2</sup> ), de ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	80
<b>Tabela 20.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: diâmetro (mm), altura (mm), peso, (g), índice e porcentagem (%) de gema, de ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20° e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	80

<b>Tabela 21.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: diâmetro (mm), altura (mm), peso, (g) e porcentagem (%) de albúmen, de ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	81
<b>Tabela 22.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: peso, (g), porcentagem (%) e espessura (mm) de casca e unidade de Haugh (UH), de ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	81
<b>Tabela 23.</b> Composição das rações experimentais .....	86
<b>Tabela 24.</b> Valores médios de temperatura de Cloaca (TCL), em °C, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	89
<b>Tabela 25.</b> Valores médios de temperatura média corporal (TMC), em °C, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	91
<b>Tabela 26.</b> Valores médios de peso de ovário (em g), de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	92
<b>Tabela 27.</b> Valores médios de peso do oviduto (em gramas) de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	94
<b>Tabela 28.</b> Resumo da análise de variância das concentrações de: T3total, T4total e T3livre, em (ng.ml <sup>-1</sup> ), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	95
<b>Tabela 29.</b> Valores médios de concentração de T3 (em ng.ml <sup>-1</sup> ), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, idade de 31 semanas, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	95
<b>Tabela 30.</b> Valores médios de concentração de triiodotironina (em ng.ml <sup>-1</sup> ), de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	96

<b>Tabela 31.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: peso de proventrículo (P.P), de ovário (P.Ov), de oviduto (P.Ovi), em (g), e tamanho de oviduto (TOV), em em (m), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	101
<b>Tabela 32.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: peso de proventrículo (P.P), de ovário (P.Ov), de oviduto (P.Ovi), em (g), e tamanho de oviduto (TOV), em em (m), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	101
<b>Tabela 33.</b> Resumo da análise de variância das concentrações de: T3 <sub>total</sub> , T4 <sub>total</sub> e T3 <sub>livre</sub> , em (ng.ml <sup>-1</sup> ), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	102
<b>Tabela 34.</b> Composição das rações experimentais .....	107
<b>Tabela 35.</b> Valores médios de consumo de ração (C.R), em g.ave-1.dia-1, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	109
<b>Tabela 36.</b> Valores médios de conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/12), em kg ração.dúzia de ovos <sup>-1</sup> , de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C .....	111
<b>Tabela 37.</b> Valores médios de conversão alimentar por massa de ovos (CA/kg), em kg ração.kg de ovos <sup>-1</sup> , de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C ...	112
<b>Tabela 38.</b> Valores médios de peso corporal (P.C), em g, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	113
<b>Tabela 39.</b> Valores médios de peso corporal (P.C), em g, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	115

<b>Tabela 40.</b> Valores médios de viabilidade (VIB), em %, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	116
<b>Tabela 41.</b> Valores médios de produção de ovos (P.O), em %, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.....	117
<b>Tabela 42.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: consumo de ração (CR) em (g.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> ), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/12) em (kg ração.dúzia de ovos <sup>-1</sup> ), e conversão alimentar por peso de ovos (CA/kg), em (kg ração.kg de ovos <sup>-1</sup> ), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	122
<b>Tabela 43.</b> Resumo da análise de variância das variáveis: peso corporal (P.C), em (g), ganho de peso (G.P) em (g), produção de ovos (P.O), em (%) e viabilidade (VIB), em (%) de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25 <sup>a</sup> à 31 <sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg <sup>-1</sup> .....	122

## LISTA DE EQUAÇÕES E FÓRMULAS

Equação (1) – Volume do Ovo .....	50
Equação (2) – Área do Ovo .....	50
Equação (3) – Unidade de Haugh.....	50
Equação (4) – Temperatura Média da Pele .....	88
Equação (5) – Temperatura Média Corporal.....	88

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%Alb	Porcentagem de Albúmen
%Casca	Porcentagem de Casca
%Ge	Porcentagem de Gema
A.Alb	Altura de Albúmen
A.Ge	Altura da Gema
CA/12	Conversão Alimentar por Dúzia de Ovos
CA/kg	Conversão Alimentar por Peso de Ovos
CR	Consumo de Ração
D.Alb	Diâmetro de Albúmen
D.Ge	Diâmetro da Gema
EspCas	Espessura da Casca
G.E	Gravidade Especifica
Haugh	Unidade Haugh
I.Ge	Índice de Gema
NI	Níveis de Energia Metabolizável na Ração
P.Alb	Peso de Albúmen
P.C	Peso Corporal
P.Casca	Peso da Casca
P.Ge	Peso da Gema
P.O	Produção de Ovos
P.Ov	Peso do Ovário
P.Ovi	Peso do Oviduto
P.Ovo	Peso do Ovo
P.P	Peso do Proventrículo
S.Ovo	Área do Ovo
SEM	Semanas de Vida das Aves
T.Ovi	Tamanho do Oviduto
T3	Triiodotironina
T4	Tiroxina
TA	Temperatura de Asa
TC	Temperatura de Crista

TCA	Temperatura de Cabeça
TCL	Temperatura de Cloaca
TD	Temperatura de Dorso
TEMP	Temperatura
TMP	Temperatura Média Corporal
TP	Temperatura de Pata
V.Ovo	Volume do Ovo
VIB	Viabilidade
ZCT	Zona de Conforto Térmico

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	25
<b>2. CAPITULO I – REVISÃO GERAL: ESTRESSE TÉRMICO E SUA INFLUÊNCIA NA AVICULTURA DE POSTURA</b> .....	29
<b>2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	29
<b>2.2. O AMBIENTE TÉRMICO E AS AVES DE POSTURA</b> .....	30
<b>2.3. EFEITOS DA TEMPERATURA AMBIENTE NA QUALIDADE DO OVO</b> ....	31
<b>2.4. MANEJO NUTRICIONAL DE POEDEIRAS EM ESTRESSE TÉRMICO POR CALOR</b> .....	34
<b>2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	37
<b>2.6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	37
<b>3. CAPITULO II – QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE POR CALOR E DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NA RAÇÃO</b> .....	43
<b>RESUMO</b> .....	43
<b>ABSTRACT</b> .....	44
<b>3.1. INTRODUÇÃO</b> .....	45
<b>3.2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	47
<b>3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
<b>3.3.1. PARÂMETROS DE QUALIDADE DO OVO</b> .....	51
<b>3.3.1.1. Peso, volume e área do ovo</b> .....	53
<b>3.3.1.2. Peso, porcentagem, altura e do albúmen</b> .....	57
<b>3.3.1.3. Peso, altura, índice e porcentagem da gema</b> .....	62
<b>3.3.1.4. Peso, porcentagem e espessura da casca</b> .....	67
<b>3.3.1.5. Unidade de Haugh</b> .....	72
<b>3.3.1.6. Gravidade específica</b> .....	73
<b>3.4. CONCLUSÃO</b> .....	74
<b>3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	75
<b>ANEXOS</b> .....	80
<b>RESUMO</b> .....	82
<b>ABSTRACT</b> .....	83
<b>3.6. INTRODUÇÃO</b> .....	84
<b>3.7. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	85

<b>3.8. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	89
3.8.1. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS .....	89
<b>3.8.1.1. Temperaturas superficiais</b> .....	89
3.8.2. ÓRGÃOS REPRODUTORES .....	92
3.8.3. HORMÔNIO .....	95
<b>3.9. CONCLUSÃO</b> .....	97
<b>3.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	98
<b>ANEXOS</b> .....	101
<b>4. CAPÍTULO IV – INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEMPERATURAS E NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DE GALINHAS EM FASE DE PICO DE POSTURA</b> .....	103
<b>RESUMO</b> .....	103
<b>ABSTRACT</b> .....	104
<b>4.1. INTRODUÇÃO</b> .....	105
<b>4.2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	106
<b>4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	109
4.3.1. DESEMPENHO PRODUTIVO .....	109
<b>4.4. CONCLUSÕES</b> .....	119
<b>4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	119
<b>ANEXOS</b> .....	122
<b>5. CONCLUSÕES GERAIS</b> .....	123
<b>APÊNDICE</b> .....	124

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A criação de galinhas poedeiras é um empreendimento de grande rentabilidade, constituindo uma das principais atividades do setor agropecuário do Brasil. Hoje o país se encontra entre os maiores produtores de ovos do mundo, tendo produzido, em 2017, 39,9 bilhões de unidades, resultado 1,8% superior a 2016, e manteve-se na sétima colocação em produção mundial. As exportações, nesse mesmo ano, foram de 5,8 mil toneladas, e o consumo per capita no país chegou a 192 unidades. Deste total, 9,59 % foram produzidos no estado de Minas Gerais (EMBRAPA, 2018).

Aves são animais homeotérmicos, ou seja, buscam manter a temperatura interna do corpo em níveis relativamente constantes, mesmo que a custos de duras compensações fisiológicas (TINÔCO, 2001). A zona de conforto térmico (ZCT) para aves poedeiras, na fase de pico de postura, recomendada principalmente pelos manuais das linhagens é de 18° à 25°C. Nesta faixa de temperatura, os animais mantêm a produção de calor a um nível normal, o metabolismo é mais baixo. De acordo com Borges et al. (2003), a zona de termoneutralidade é influenciada por muitos fatores, incluindo a linhagem, idade, tamanho da ave, ventilação, umidade, nível nutricional e manejo de criação.

Reconhecidamente, são vários os fatores ambientais que influenciam a produção de ovos, porém a temperatura do ar está entre os que afetam mais diretamente as poedeiras. Assim, o estresse gerado nas aves, quando expostas à altas temperaturas, especialmente quando associadas a valores elevados de umidade relativa do ar ambiente, comprometem a sua função basal mais importante, que é a manutenção da própria homeotermia, gerando piora na sua performance produtiva e nas condições de bem-estar animal (GATES e TIMMONS 1988; SIMMONS et al., 2003; VIEIRA, 2015).

Costa et al., (2012); Vercese et al., (2012); Guimarães et al., (2014), relatam que as aves, quando mantidas em condições de altas temperaturas e umidade relativa do ar, têm dificuldade de dissipar o calor corporal excedente, o que ocasiona aumento na temperatura corporal, redução no consumo de ração e aumento da ingestão de água; conseqüentemente, ocorre redução na disponibilidade de nutrientes essenciais para a produção, visto que, nesses casos, a maior parte da energia ingerida será utilizada nos mecanismos de perda de calor corporal, com conseqüentes perdas no potencial produtivo e na qualidade dos ovos.

Segundo Vieira (2015), na fase de postura observa-se que, para elevações de temperatura acima da zona de conforto térmico das aves, ocorre uma correlação inversa entre aumento da temperatura e produtividade, visto que o estresse por calor afeta negativamente o

desempenho do animal (TINÔCO, 2001; CAIRES et al., 2008; XIN et al., 2011). A medida em que o estresse se intensifica, ocorre maior dificuldade de dissipação de calor (UGURLE et al., 2002), redução no consumo de ração, alteração na conversão alimentar e, conseqüentemente, queda de produção (UGURLU et al., 2002; STERLING et al., 2003; MASHALY et al., 2004; FRANCO-JIMENEZ et al., 2007; HUSSEN, 2011; KILIK e SIMSEK, 2013), redução no peso e piora na qualidade de casca de ovos (TRINDADE et al., 2007; FEIZIL et al., 2012), aumento do consumo de água (XIN et al., 2002) e da mortalidade das aves (VITORASSO e PEREIRA, 2009; PEREIRA et al., 2010)

Quando se eleva a temperatura ambiental acima dos limites de conforto térmico, ocorre redução no consumo energético das aves, sendo que para temperaturas acima de 28°C esse decréscimo torna-se maior, o que gera aumento da frequência respiratória que, por sua vez, interfere reduzindo o tempo disponível de consumo de ração. Sob temperaturas ambientais maiores de 33°C o balanço energético se torna negativo, acarretando queda na produção de ovos (LEESON e SUMMER, 1997; UGURLU et al., 2002; STERLING et al., 2003; MASHALY et al., 2004; FRANCO-JIMENEZ et al., 2007; HUSSEN, 2011; KILIK e SIMSEK, 2013; VIEIRA, 2015), piora na qualidade de casca (TRINDADE et al., 2007; FEIZIL et al., 2012), aumento do consumo de água (XIN et al., 2002) e da mortalidade das aves (VITORASSO e PEREIRA, 2009; PEREIRA et al., 2010).

Neste sentido, Lara e Rostagno (2013) afirmam que uma das maneiras de se amenizar a queda de produtividade causada pelo estresse por calor é por meio da manipulação nutricional da dieta, na qual estudos têm sido realizados com propósito de oferecer os nutrientes essenciais à manutenção e produção das aves, mesmo quando estas, em resposta a adversidade ambiental, reduzem o consumo de alimentos

A necessidade energética é um dos aspectos nutricionais que mais é afetado pela temperatura ambiental, e uma das maneiras de se amenizar a queda na produção ocasionado pelo estresse causado pelas altas temperaturas, é por meio do manejo nutricional da dieta fornecida as aves (LEESON e SUMMERS (1997).

Na prática, a manipulação dos níveis de energia metabolizável em dietas de aves se dá com a inclusão de gorduras. No caso de poedeiras, a gordura mais utilizada como ingrediente nas rações é o óleo de soja (RIBEIRO et al., 2011).

Medidas simples podem ser realizadas a fim de estimular o consumo de ração durante períodos de estresse por calor, prevenindo a queda na produção. Fracionar o fornecimento de ração no decorrer do dia estimular o consumo, assim como disponibilizar a dieta nas horas com

temperaturas mais amenas, promover adequação do manejo de luz a noite para estimular o consumo, fornecer água fresca de forma a contribuir para baixar a temperatura corporal, entre outros (ANCIUTI et al., 2005).

Os animais reagem ao estresse térmico de forma similar, mas expressam variação individual da intensidade e duração das respostas, as quais também podem ser afetadas pela intensidade e duração da ocorrência do estresse por calor. Outra causa potencial dessa variação consiste no fato de que o estresse térmico muitas vezes não é experimentado isoladamente, visto que, geralmente é acompanhado por outros agentes estressores, como ambientes com espaço limitado e ventilação insuficiente, bem como interações sociais e experiências anteriores, que podem afetar a resposta do estresse do indivíduo.

Diante do exposto, realizou-se esta pesquisa, tendo-se como base cinco objetivos principais assim discriminados:

- 1) Realizar revisão sobre os fatores do ambiente térmico que influenciam na resposta produtiva de galinhas poedeiras, com especial destaque às condições de estresse por calor.
- 2) Determinar, para os dias atuais e para as aves acondicionadas no Brasil, a faixa de temperatura realmente ideal para galinhas na fase de pico de postura (entre 24 e 31 semanas);
- 3) Determinar o nível ideal de energia metabolizável para aves na fase de pico de postura (entre 24 e 31 semanas), submetidas a diferentes níveis de estresse cíclico por calor;
- 4) Avaliar o efeito das condições térmicas e dos níveis de energia metalizável na ração, sobre as respostas fisiológicas (temperatura média corporal e de cloaca, peso e tamanho dos órgãos reprodutores (ovário e oviduto) e dosagem de hormônio (T3 e T4)), de galinhas na fase de pico de postura;
- 5) Avaliar o efeito das condições térmicas e dos níveis de energia metalizável sobre o desempenho produtivo de galinhas poedeiras na fase de pico de postura.

Buscando reportar os resultados da presente pesquisa de acordo com os objetivos previamente delineados, a tese foi organizada em capítulos, da seguinte maneira:

- Capítulo I – Revisão Geral: Estresse térmico e sua influência na avicultura de postura
- Capítulo II - Qualidade de ovos de galinhas poedeiras submetidas a diferentes níveis de estresse por calor e de energia metabolizável na ração

- Capítulo III - Influência de diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável na dieta, nas respostas fisiológicas e tamanho de órgãos e dosagem de hormônio (T3 e T4) de galinhas em fase de pico de postura
- Capítulo IV - Influência de diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho produtivo de galinhas em fase de pico de postura

## **2. CAPÍTULO I – REVISÃO GERAL: ESTRESSE TÉRMICO E SUA INFLUÊNCIA NA AVICULTURA DE POSTURA**

### **2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O Brasil está majoritariamente localizado em latitudes que variam de 0° a 30°S, o que caracteriza condições de clima tropical e sub-tropical, cujas médias térmicas, ao longo do ano, tendem a ser elevadas, acima do limite da zona de conforto térmico para grande maioria das espécies e linhagens de animais de produção, principalmente na estação de verão, quando os problemas relacionados ao estresse por calor são mais evidentes (CARCALHO, 2012; BORBUREMA et al., 2013; COELHO et al., 2015; LINHARES et al., 2015).

Sabidamente, o ambiente de produção destinado à criação dos animais exerce papel fundamental, especialmente na avicultura, atividade que tem como premissa a busca por alta produtividade em espaço físico e temporal relativamente reduzidos. Dentre os diversos fatores ambientais que influenciam diretamente a produtividade das aves, a temperatura e umidade do ar estão entre os mais incisivos, pois comprometem a manutenção da homeotermia.

Como a avicultura brasileira e mundial adota, predominantemente, o sistema intensivo de produção, no qual os animais ficam confinados em menor espaço físico, tem-se que variações bruscas de temperatura para além das faixas de conforto nesse ambiente podem prejudicar o desempenho zootécnico do plantel como um todo (SEVEGNANI et al., 2005; GOMES et al., 2012).

Adicionalmente, a indústria avícola pode vir a enfrentar problema futuro ainda maior associado ao estresse térmico. Especialistas relatam que o clima global está em constante mudança, e um possível prolongamento da estação quente do ano, bem como o aumento de áreas geográficas afetadas por elevadas temperaturas ambientais (BATTISTI e NAYLOR, 2009; HANSEN et al., 2010; MACK et al., 2013), podem vir a acarretar sérios prejuízos, diretos e indiretos, a regiões que englobam a cadeia produtiva da avicultura.

A importância das respostas dos animais aos desafios ambientais aplica-se a todas as espécies. No entanto, as aves de produção parecem ser particularmente sensíveis aos desafios ambientais associados à temperatura, especialmente ao estresse por calor. Tem-se sugerido que genótipos de aves modernas as tornam mais vulneráveis ao calor, devido a sua maior atividade metabólica. Entende-se, assim, que controlar as condições ambientais é crucial para o sucesso da produção e do bem-estar das aves (LARA e ROSTAGNO, 2013).

Com base no exposto, buscou-se, neste estudo, revisar a influência do estresse térmico na avicultura de postura, bem como discutir possíveis estratégias para minimizar os eventuais efeitos detrimenais destes na produção de aves na fase de pico de postura.

## **2.2. O AMBIENTE TÉRMICO E AS AVES DE POSTURA**

As condições climáticas exercem forte influência sobre o desempenho animal, pois afetam mecanismos de transferência de calor e, assim, a regulação do balanço térmico entre o animal e o meio no qual este está inserido. O limite térmico do ambiente pode sofrer variações em função da região e dos animais (PERISSINOTTO et al., 2009; LINHARES et al., 2015).

Segundo Baêta e Souza (2010), temperatura e umidade relativa do ar são altamente correlacionadas quando se refere ao conforto térmico, visto que, em temperaturas muito elevadas (acima de 35°C), o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, o qual depende da umidade relativa do ar.

A temperatura é um dos principais elementos climáticos condicionantes do conforto térmico e do funcionamento geral dos processos fisiológicos da ave. A transferência de calor, na forma sensível, é dependente de um fluxo de calor que ocorrerá de um ponto de maior temperatura para outro de menor. Dessa forma, a temperatura corporal do animal e a temperatura do ambiente são continuamente importantes para definir a quantidade de calor dissipada ou recebida do meio ambiente, pois esse balanço térmico, quando em desequilíbrio, irá afetar diretamente processos metabólicos e fisiológicos do organismo animal e, conseqüentemente, o desempenho zootécnico deste poderá ser prejudicado.

A partir de valores de temperaturas ambientais superiores a 25°C, tem-se que a capacidade das aves em suportar o calor vai se tornando inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar; ou seja, quanto maior a umidade do ambiente, mais difícil será para a ave remover o excessivo calor interno (corporal) pelas vias aéreas, o que irá causar aumento na frequência respiratória. Nestas condições, todo esse processo que a ave realiza, no sentido de manutenção da sua homeotermia, promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho (OLIVEIRA et al., 2006).

A umidade relativa do ar no interior do alojamento animal é essencialmente constituída por umidade proveniente do fluxo de vapor d'água que entra na instalação por meio dos sistemas de climatização e por umidade de vapor d'água eliminado pelas aves via ofegação e excretas (fezes e urina). Elevada umidade relativa do ar dentro da instalação irá influenciar não só na redução da capacidade da ave em dissipar calor, mas também faz com que a cama e

excretas, ou cama misturada as excretas, permaneçam e/ou se tornem mais úmidas, provocando aumento na volatilização de amônia, e piora na qualidade do ar.

Faixas ideais de temperaturas têm sido estudadas e determinadas por diversos ensaios científicos (CASSUCE et al., 2013; SOUSA et al., 2014; CANDIDO et al., 2016) os quais sugerem e estabelecem valores críticos e ideais para a produção de aves de acordo com as linhagens e semanas de vida. Tais pesquisas são de grande importância, pois variações de temperatura muito além da zona de conforto térmico das aves podem refletir diretamente no desenvolvimento e desempenho animal. Um exemplo claro da influência da idade na demanda de calor pela ave é logo após a eclosão, momento em que a exigência por calor é maior e bastante específica, devido principalmente ao fato dos mecanismos de termorregulação físicos e fisiológicos dos pintainhos serem pouco desenvolvidos e eficientes na manutenção da temperatura corpórea.

Do exposto, tem-se que, para que o animal expresse todo o seu potencial genético, a temperatura e a umidade relativa do ar ambiente da instalação devem estar constantemente dentro dos limites da sua zona de conforto.

### **2.3. EFEITOS DA TEMPERATURA AMBIENTE NA QUALIDADE DO OVO**

Apesar de grande capital investido em pesquisa visando melhorias de cunho nutricional, sanitário, e genético no setor de avicultura de postura, fatores ambientes como, elevadas temperaturas, são comumente consideradas um limitante para a produção avícola, já que impedem a total expressão do potencial genético da ave. Este estressor ambiental implica em efeitos adversos na produção e qualidade de ovos de galinhas.

Nas aves, quando expostas a altas temperaturas, eleva-se a frequência respiratória (ofego), o que leva ao aumento dos níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e do pH plasmático (alcalose). Este fato, dificulta a disponibilidade de bicarbonato no sangue, utilizado no processo de mineralização de casca de ovo, induz maior disponibilidade de ácido orgânico, além de influenciar em reduções séricas na concentração de cálcio difusível. Este processo é muito importante em criações de galinhas, pois afeta a qualidade da casca do ovo.

Avaliando o desempenho e a qualidade dos ovos de aves poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas em ambiente controlado, alojadas em câmaras climáticas sob efeito de três diferentes temperaturas: 20, 26 e 32 °C e umidade relativa de 60%, OLIVEIRA et al. (2014), constataram que, em condições de ambiente com temperatura de 20 e 26°C, as mesmas apresentaram desempenho produtivo satisfatório, compatível ao esperado por aves submetidas

a condições de conforto térmico. Em câmaras com temperatura de 32°C, considerada acima da zona de conforto térmico, as aves apresentaram evidências de estresse térmico, tais como aumento da ingestão de água e redução no consumo de ração, além de redução nos valores percentuais de produção e nos parâmetros de qualidade dos ovos.

Já comparando o desempenho, a qualidade dos ovos, as propriedades sanguíneas e as respostas ao estresse de três linhagens de galinha poedeira e duas temperaturas ambientes (estresse cíclico por calor 25-35°C, termoneutralidade 20-21°C), HASSAN et al. (2018) verificaram redução no consumo de ração e peso do ovo em relação ao aumento da temperatura ambiente de termoneutralidade para estresse cíclico por calor. No estresse cíclico por calor, os valores de altura do albúmen, índice de albúmen, altura de gema, índice de gema e Haugh unidade de ovo foram menores do que os encontrados para a condição de termoneutralidade.

Allahverdi et al. (2013) estudaram o efeito do estresse térmico sobre o desequilíbrio ácido-base, concentração plasmática de Ca, produção e a qualidade dos ovos em aves poedeiras comerciais (Hy-Line), com 40 semanas de idade. Os autores verificaram que durante o período de estresse por calor ocorreu aumento nos níveis de pH e redução na concentração de Ca no plasma sanguíneo, o que pode explicar a redução da qualidade da casca dos ovos. Esses resultados podem ser explicados devido ao desequilíbrio ácido-base no sangue como resultado da hiperventilação. A quantidade reduzida de CO<sub>2</sub> no sangue faz com que o pH do sangue se eleve ou fique mais alcalino; conseqüentemente, o pH mais alto reduz a quantidade de Ca ionizado no sangue que é utilizado no útero (glândula da casca). Portanto, a concentração de Ca diminui no plasma e causa baixa qualidade dos ovos. Em relação a redução na produção de ovos, provavelmente está relacionada à diminuição no consumo de ração, o que, conseqüentemente, reduz os nutrientes disponíveis para a produção dos ovos. Os autores concluíram que o estresse térmico por altas temperaturas em galinhas poedeiras causa baixo desempenho de produção e que os resultados obtidos podem ser úteis no estabelecimento de diretrizes para o controle de temperatura em instalações para postura, especialmente durante os meses de verão, quando as aves são mais suscetíveis ao estresse por calor.

Alta temperatura ambiente também causa redução na secreção de hormônio folículo estimulante (FSH), o que, como consequência, diminui o tamanho da gema. Em condições de alta temperatura ambiente, ocorre que o fluxo sanguíneo das aves preferencialmente se dirija para a periferia do corpo, em detrimento da irrigação dos órgãos internos. Isto reduz a quantidade de cálcio levado à glândula da casca, bem como de aminoácidos ao magno. Desta forma, menor consumo de ração, menor secreção de FSH, menor depósito de aminoácidos no

magno e menor quantidade de cálcio na glândula da casca promovem ovos de tamanho menor e com casca de pior qualidade (QUINTEIRO-FILHO et al., 2012).

Altas temperaturas ambientais alteram a atividade do sistema neuroendócrino de aves, resultando na ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) e elevação das concentrações plasmáticas de corticosterona. Pesquisadores relatam sobre o aumento da concentração de corticosterona no plasma, e redução das concentrações de T3 em aves submetidas a condições de alta temperatura (QUINTEIRO-FILHO et al., 2012; MACK, et al., 2013; WAN et al., 2017).

Mack et al. (2013) estudaram os efeitos das variações genótípicas na produtividade e comportamento de galinhas poedeiras após estresse térmico, utilizando duas linhagens de galinhas (White Leghorn, Dekalb XL) com 28 semanas de idade e duas condições térmicas (32,6 °C e 24,3 °C). Os autores verificaram que houve redução nos valores de T3 nas aves submetidas a condição de estresse por calor, sem diferença significativa para os valores de T4 e corticosterona.

Resumidamente, o estresse por calor é prejudicial à produção de aves (poedeiras) e ovos. Os animais homeotermos são vulneráveis ao estresse térmico, mas expressam variação individual da intensidade e duração das respostas, as quais também podem ser afetadas pela intensidade e duração da ocorrência do estresse por calor ou por frio. Outra causa potencial dessa variação consiste no fato de que o estresse térmico muitas vezes não é experimentado isoladamente, visto que, geralmente, pode ser acompanhado por muitos outros agentes estressores, tais como ambientes com espaço limitado, ventilação insuficiente, inadequada distribuição e disponibilidade de equipamentos comedouros e bebedouros, bem como interações sociais, etc. Segundo Lara e Rostagno (2013), evidências crescentes indicam que grande parte da variação na resposta ao estresse térmico é aparentemente baseada em genética, porém esta área ainda requer mais estudos para aumentar o conhecimento atualmente limitado disponível.

Segundo Gomes et al. (2012), a maior parte dos experimentos envolvendo temperatura ambiente na produção animal é conduzida em situações de exposição ao calor de forma crônica ou constante, sem variações ao longo do dia. Os resultados mostram redução do consumo alimentar e da taxa de crescimento e piora da conversão alimentar.

Entretanto, em condições ambientais naturais, a exposição ao calor ocorre de forma cíclica, na qual existe uma variação na temperatura ao longo do dia, havendo um período de temperaturas mais amenas e outro com temperaturas mais elevadas. Nesta situação natural,

similar ao que ocorre na maioria das instalações para produção animal no Brasil, entende-se que as aves podem vir a se recuperar em maior ou menor grau de diferentes ambientes termicamente estressores, o que viria, por conseguinte, afetar o desempenho zootécnico final dos mesmos. Logo, o consumo de energia na manutenção de temperaturas dentro da faixa de conforto para animais adultos poderia ser menor, caso se opte por adotar condições naturais no período noturno (quando os valores de temperatura naturalmente caem) e sistemas de condicionamento artificial no período diurno (quando os valores de temperatura naturalmente sobem acima das temperaturas de conforto), especialmente no verão. No inverno e para animais jovens, o manejo pode ser inverso.

#### **2.4. MANEJO NUTRICIONAL DE POEDEIRAS EM ESTRESSE TÉRMICO POR CALOR**

Um dos grandes desafios à produção de ovos, são os fatores ambientais, os quais limitam o bem-estar e a produtividade das aves, sendo mais susceptíveis em países de clima tropical. Como o Brasil está localizado na faixa mais quente do globo terrestre, onde as médias de temperatura ao longo do ano geralmente são muito superiores ao desejável para o conforto térmico das aves, especialmente no verão, deve-se atentar prioritariamente para os problemas relativos a estresse por calor (SILVA et al., 2001).

Temperatura e umidade relativa acima zona de conforto térmico influenciam adversamente o desempenho das aves, pois dificultam a dissipação de calor corporal, levando à mudanças fisiológicas que provocam efeitos negativos no desempenho como, elevação de temperatura corporal, redução no consumo dos alimentos, tendo como consequência, o desconforto térmico e queda de produção.

A queda no consumo de ração provoca redução da secreção do hormônio folículo estimulante (FSH), diminuindo o tamanho da gema, o depósito de aminoácidos no magno e a quantidade de cálcio na glândula da casca, o que promove o surgimento de ovos de tamanho menor e com casca de pior qualidade (VIEIRA, 2015).

Uma das formas de se atenuar a queda de produtividade causada pelo estresse por calor, é por meio do manejo nutricional da dieta fornecida as aves. Assim várias pesquisas têm sido realizadas com propósito de oferecer os nutrientes essenciais à manutenção e produção das aves mesmo quando estas em resposta a adversidade ambiental reduzem o consumo de alimentos.

Segundo Brugalli et al. (1998) a adição de gorduras na dieta é uma alternativa para períodos de estresse de calor. Isto ocorre porque as gorduras aumentam a palatabilidade das

rações e propiciam menor incremento calórico, comparativamente a proteínas e hidratos de carbono (CHURCH e POND, 1988). Outra alternativa é reduzir o nível de proteína total e adicionar aminoácidos essenciais (metionina, lisina) sintéticos até alcançarem níveis mínimos adequados (WALDROUP et al., 1976).

O nível energético das rações é considerado fator limitante ao consumo, o qual é inversamente proporcional ao nível de energia da ração. Os níveis de recomendação de nutrientes das rações de poedeiras comerciais, como proteínas, aminoácidos e minerais, são definidos em função do consumo de energia metabolizável, e podem estar sendo superestimados (RIBEIRO et al., 2011).

Estudando os efeitos dos níveis de energia metabolizável (2700, 2775, 2850, 2925 e 3000 kcal/kg) sobre o desempenho, a conversão alimentar e energética e a qualidade de ovos de galinhas poedeiras, Ribeiro et al. (2013) verificaram que o aumento de energia metabolizável não exerceu efeito sobre a produção, a massa e o peso de ovos, bem como sobre o peso das aves e a viabilidade. O consumo de ração diminuiu de acordo com o aumento na energia da dieta, porém a conversão energética foi pior com esse aumento. Em contrapartida, a conversão alimentar melhorou com o aumento dos níveis de energia metabolizável. O consumo de energia metabolizável é constante independentemente do seu nível dietético. Não houve diferença nas unidades Haugh, nos sólidos da gema e na porcentagem dos componentes do ovo. O peso específico melhorou com o aumento dos níveis de energia metabolizável. Os níveis nutricionais para poedeiras velhas podem estar sendo superestimados.

Outra estratégia nutricional é a utilização do conceito de proteína ideal, no qual são adicionados na ração aminoácidos industriais, que tendem a melhorar a produtividade das aves submetidas a altas temperaturas, já que contribuem com a diminuição do incremento calórico.

Andrade et al. (2003) verificaram que a redução dos níveis de proteína associada à suplementação de aminoácidos não comprometeu os parâmetros de qualidade e produtividade das poedeiras, além de possibilitar a redução nos custos da formulação da dieta. Narváez-Solarte et al. (2005) observaram que 14% de proteína na ração foi capaz de manter o desempenho adequado das aves de postura de segundo ciclo, quando o balanço de aminoácidos e a quantidade de aminoácidos é mantida.

Um fator importante no manejo nutricional de aves expostas a altas temperaturas é o fornecimento de vitaminas, nutrientes que participam do desenvolvimento animal por atuarem como cofatores em reações metabólicas e permitirem maior eficiência dos sistemas no

organismo. Além disso, participam do metabolismo como imunomoduladores, afim de melhorar as funções imunológicas e a resistência a infecções nos animais domésticos (RUTZ et al., 2006).

Em pesquisa conduzida por Ajakaiye et al. (2011) que suplementaram a dieta de galinhas poedeiras com a associação das vitaminas C e E e verificaram que ocorreu melhora no desempenho e qualidade de ovos de aves submetidas altas temperaturas e umidades.

De acordo com Moraes (2010) a suplementação de rações com vitamina C é capaz de promover aumento dos níveis de hormônios tireoideanos circulantes, resultando na aceleração do metabolismo e, conseqüentemente, maior consumo em aves mantidas sob estresse por calor, melhorando assim o desempenho. Quando em estresse por calor, há um acréscimo na concentração de corticosterona o que acelera a degradação da proteína corporal. A vitamina C inibe a síntese de glicocorticóides, sendo, portanto, uma alternativa nutricional para melhorar o desempenho das aves nestas condições (CARCALHO, 2012).

A ingestão de água limpa não poluída e à vontade é outro fator nutricional essencial para os animais, sendo um aspecto fundamental para a manutenção do equilíbrio hídrico das aves expostas a altas temperaturas, associada a um bom manejo nutricional propiciando assim um melhor desempenho (CARCALHO et al., 2012)

A temperatura da água é um fator de suma importância na regulação da temperatura corporal, uma vez que a água está presente em um dos principais mecanismos de troca térmica utilizada pelas aves. Diversos autores sugerem (ANCIUTI 2005; XIN ET AL., 2002) que ao receber água mais fresca nos momentos de estresse por calor, as aves alteram seu comportamento alimentar na busca por melhores condições térmicas (VIEIRA, 2015).

Em condições de elevada temperatura ambiente, pode ocorrer aumento da ingestão de água pelas aves, sendo que esse efeito pode desaparecer com a aclimação das mesmas. Para Leeson e Summers et al. (2001) uma poedeira adulta normalmente ingere de 200 a 250 mL de água por dia a uma temperatura de até 25°C, dobrando este consumo quando a temperatura se eleva a 32°C (SILVA et al., 2012).

Ao analisar a influência do resfriamento da água em função da temperatura ambiente de 32°C e avaliar a espessura e a força de ruptura da casca dos ovos, Silva et al. (2012) verificaram que a temperatura da água teve influência no parâmetro de qualidade do ovo, tendo as aves que receberam água resfriada (23°C), mesmo em condições de estresse por calor, colocado ovos que apresentaram maiores valores de força de ruptura da casca em relação àquelas que receberam água sem resfriamento (29° e 30°C).

O conhecimento correto das exigências nutricionais dos animais faz do manejo nutricional um aliado na produção e qualidade dos ovos de poedeiras em estresse térmico, visto que altas temperaturas é um problema a ser enfrentado. Então métodos simples, como manejo, nutrição e instalação adequadas irão propiciar um melhor bem-estar aos animais.

## **2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Alta temperatura ambiental é um fator não genético que contribui com baixas taxas de postura e qualidade de casca de ovo. O controle total deste problema é difícil e os custos envolvidos são elevados na criação de aves em condições de clima quentes, especialmente para aves adultas e em condições de verão no Brasil.

Portanto, é necessário desenvolver medidas de baixo custo que minimizem os efeitos negativos do estresse por calor através de ajustes dietéticos, manejo do ambiente, práticas de manejo de criação e/ou melhoria de cunho genético por incorporação de genes resistentes ao calor para aumentar a capacidade termorreguladora da galinha em ambientes quentes.

Vale ressaltar que, a cada dia, os países importadores, e os próprios consumidores nacionais, exigem e estão dispostos a pagar um pouco mais caro por produtos que não “agridam” o animal. Neste sentido, pesquisas sobre o tema devem ser intensificadas, principalmente para o caso de galinhas poedeiras em fase de pico de postura, quando são mais vulneráveis ao estresse por calor.

Considerando-se que a avicultura foi pautada nas modificações genéticas ao longo das últimas décadas, o que impõe modificações também na exigência dos animais, torna-se fundamental atualizar as faixas térmicas ambientais consideradas ótimas para melhor desempenho produtivo de galinhas poedeiras criadas sob as condições climáticas do Brasil, em cada uma de suas distintas fases de vida, de maneira a se estabelecer o melhor manejo nutricional, bem como dos sistemas de aclimatização ambiente. Também é prioritário o desenvolvimento de pesquisas que busquem encontrar o nível ideal de energia metabolizável na dieta, para serem oferecidas às aves poedeiras, quando estas aves são submetidas a diferentes níveis de estresse por calor.

## **2.6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS**

AJAKAIYE, J. J., CUESTA-MAZORRA, M., & GARCIA-DIAZ, J. R. Vitamins C and E can alleviate adverse effects of heat stress on live weight and some egg quality profiles of layer hens. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 31, n. 1, p. 45-49, 2011.

ALLAHVERDI, A.; FEIZI, A.; TAKHTFOOLADI, H.A.; NIKPIRAN, H. Effects of heat stress on acid-base imbalance, plasma calcium concentration, egg production and egg quality in commercial layers. **Global Veterinaria**. v.10, n.2, p. 203-207, 2013.

ANDRADE, L.; JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H. et al. O uso de rações com diferentes níveis de proteínas suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase inicial de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 5, p.66, 2003.

ANCIUTI, M.A.; RUTZ, F.; RECH, J.L. Manejo nutricional de poedeiras em estresse térmico. Associação Brasileira de Zootecnia. 2005. <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/22761-Manejonutricional-poedeiras-estresse-calrico.html>> Acesso em: 11 dezembro 18.

ATTIA, Y. A., EL, A. E. H. E. A., ABEDALLA, A. A., BERIKA, M. A., AL-HARTHI, M. A., KUCUK, O., ... & ABOU-SHEHEMA, B. M. Laying performance, digestibility and plasma hormones in laying hens exposed to chronic heat stress as affected by betaine, vitamin C, and/or vitamin E supplementation. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 1619, 2016.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto animal**. Viçosa, MG: UFV, 2a ed. P. 269, 2010.

BATTISTI, D. S.; NAYLOR, R. L. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. **Science**, v. 323, n. 5911, p. 240-244, 2009.

BORBUREMA, J. B., SOUZA, B. B., CEZAR, M. F., FILHO, J. M. P. Influência de fatores ambientais sobre a produção e composição físico-química do leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 15 - 19, 2013.

BOZKURT, M., KÜÇÜKYILMAZ, K., CATLI, A. U., ÇINAR, M., BINTAŞ, E., ÇÖVEN, F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. **Poultry science**, v. 91, n. 6, p. 1379-1386, 2012.

BRUGALLI, I.; RUTZ, F.; ROLL, V.F.B. Interação entre níveis de gordura e de proteína da dieta sobre a qualidade da casca e desempenho de poedeiras durante o verão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.3, p.158-160, 1998.

CÂNDIDO, M. G. L., TINÔCO, I. de F. F., PINTO, F. de A. de C., SANTOS, N. T., & ROBERTI, R. P. Determination of thermal comfort zone for early-stage broilers. **Engenharia Agrícola**, 36(5), 760-767, 2016.

CARCALHO, L. S. S. Nutrição de poedeiras em clima quente. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.18, p.1-15, 2012.

CASSUCE, D. C., TINÔCO, I. D. F., BAÊTA, F. C., ZOLNIER, S., CECON, P. R., VIEIRA, M. D. F. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 1, p. 28-36, 2013.

CASTILHO, V. A. R., GARCIA, R. G., LIMA, N. D. S., NUNES, K. C., CALDARA, F. R., NÄÄS, I. A., BARRETO, B. & JACOB, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, 9, 122-131, 2015.

- CHURCH, D.C., POND, W.G. **Basic animal nutrition and feeding**. 3. ed. 1988.
- COELHO, D. J. R., TINOCO, I. D. F., VIEIRA, M. D. F., MENDES, M. A. S A., FRANÇA, L. G. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 10, 2015.
- FRANCO-JIMENEZ, D.J., SCHEIDELER, S.E., KITTOK, R.J., BROWN-BRANDL, T.M., ROBESON, L.R., TAIRA, H., BECK, M.M. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 4, p. 628-634, 2007.
- GOMES, A.R.A., Litz, F. H., morais, H. R., oliveira, R. P., Nascimento, M. R. B. M. Estresse por calor na produção de frangos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 34, ed. 221, art. 1469, 2012.
- HANSEN, J., R., R., SATO, M., LO, K. Global surface temperature change. **Reviews of Geophysics**, v. 48, n. 4, 2010.
- HASSAN, M. R., RABBANI, M. A. G., SULTANA, S., SARKER, N. R. Effects of Strains and Temperature on Production Performance, Egg Qualities and Physiological Response of Laying Hens. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, 13, 253-262, 2018.
- KIRUNDA D.F., SCHEIDELER. S.E., MCKEE, S. R. The efficacy of vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. **Poultry Science**, v. 80, n. 9, p. 1378-1383, 2001.
- LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H. Impact of heat stress on poultry production. **Animals**, v. 3, n. 2, p. 356-369, 2013.
- LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. **University Books**, 3 ed., 350p. 1997.
- LINHARES, A. S. F., SOARES, D.L., OLIVEIRA, N. C. T., SOUZA, B. B., DANTAS, N. L. B. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 27 - 33, abr - jun, 2015.
- MACK, L. A., FELVER-GANT, J. N., DENNIS, R. L., & CHENG, H. W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry science**, v. 92, n. 2, p. 285-294, 2013.
- MASHALY, M. M., G. L. HENDRICKS, M. A. KALAMA, A. E. GEHAD, A. O. ABBAS, AND P. H. PATTERSON. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry science**, v. 83, n. 6, p. 889-894, 2004.
- MELO, A. S., FERNANDES, R. T. V., MARINHO, J. B. M., ARRUDA, A. M. V., FIGUEIRÊDO, L. C., FERNANDES, R. T. V. Relação temperatura e nutrição sobre o desempenho de galinhas poedeiras. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia** v.10, n.11, p. 855-860, Nov. 2016.
- MIGNON-GRASTEAU, S., MORERI, U., NARCY, A., ROUSSEAU, X., RODENBURG, T. B., TIXIER-BOICHARD, M., & ZERJAL, T. Robustness to chronic heat stress in laying hens: a meta-analysis. **Poultry science**, v. 94, n. 4, p. 586-600, 2015.

MILLER, P.C., SUNDE, M.L. Combination of restricted feeding and subsequent layer performance of growing pullets and subsequent layer performance. **Poultry Sci**, v. 54, p. 1631-1636, 1975.

MORAES, M.T.T. **Balço eletrolítico para codornas japonesas (coturnix Coturnix japonica) na fase de produção**. 2010. 59f. Dissertação (Pos-graduação em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal do Paraná, 2010.

NARVÁEZ-SOLATE, W.V.; CONTRERAS, W.; PEZZATO, A.C. Efeito da proteína no desempenho de poedeiras leves no segundo ciclo de postura em condições climáticas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 7, p.82, 2005.

OBA, A., LOPES, P. C. F., BOIAGO, M. M., SILVA, A. M. S., MONTASSIER, H. J., & SOUZA, P. A. D. R. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1186-1192, 2012

OLIVEIRA, D. L. D., DO NASCIMENTO, J. W., CAMERINI, N. L., SILVA, R. C., FURTADO, D. A., & ARAUJO, T. G. Performance and quality of egg laying hens raised in furnished cages and controlled environment. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1186-1191, 2014.

OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., ABREU, M.L.T., FERREIRA, R.A., VAZ, R.G.M.V. E CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V 35: 797-803, 2006.

PANDA, A.K., S.V. RAMARAO, M.V.L.N. Raju and R.N. Chatterjee. Effect of dietary supplementation with vitamins E and C on production performance, immune responses and antioxidant status of White Leghorn layers under tropical summer conditions. **Br. Poult. Sci.**, 49: 592-599, 2008.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; CRUZ, V.F.; SOUZA, S.R.L.; LIMA, K.A.O.; MENDES, A.S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009.

PONCIANO, P. F.; JUNIOR, T. Y.; SCHIASSI, L. Sistema fuzzy para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 32, n. 3, p. 446-458, 2012.

QUINTEIRO-FILHO, A. V. S. GOMES, M. L. PINHEIRO, A. RIBEIRO, V. FERRAZDE-PAULA, C. S. ASTOLFI-FERREIRA, A. J. P. FERREIRA & J. PALERMO-NETO. Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with Salmonella Enteritidis. **Avian Pathology**, v. 41, n. 5, p. 421-427, 2012.

RIBEIRO, P. A. P., MATOS JÚNIOR, J. B., BAIÃO, N. C., LARA, L. J. C., & QUEIROZ, A. C. A. Efeito dos níveis de energia para poedeiras comerciais no período final de produção sobre o desempenho, a conversão alimentar e energética e a qualidade de ovos. **Arq. bras. med. vet. zootec**, p. 1491-1499, 2013.

RIBEIRO, P. D. A. P., DE CASTRO BURBARELLI, M. F., & TAVARES, N. Níveis de energia metabolizável para poedeiras comerciais. **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**, 229-244, 2011.

RUTZ, F. et al. Performance and carcass traits of broiler fed diets containing yeast extract. **Nutritional Biotechnology**, p. 56-65, 2004.

SANTOS, M.; TINOCO, I. F. F. ; BARRETO, Sergio Luiz de Toledo ; AMARAL, A. G. ; PIRES, L. C. ; FERREIRA, Aloízio Soares . Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 15, p. 350-360, 2014.

SCHIASSI, L., YANAGI JUNIOR, T., FERRAZ, P. F., CAMPOS, A. T., SILVA, G. R., ABREU, L. H. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 35, n. 3, p.390-396, 2015.

SELYE, H. Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. **Can. Med. Assoc. J.**, 115, 53–56, 1976

SEVEGNANI, K.B.; CAROR, I.W.; PANDORFI, H.; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J. Zootecnia de precisão: Análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v.9, n.1, p.115-119, 2005.

SILVA, I. J. O.; SEVEGNANI, K. B. **Ambiência na produção de aves de postura**. In: Silva, I. J. O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, p.150- 214, 2001.

SILVA, R. C., NASCIMENTO, J. D., OLIVEIRA, D. L., CAMERINI, N. L., FURTADO, D. A. Força de ruptura da casca do ovo em função das temperaturas da água e do ambiente. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 27, p. 13-18, 2012.

SILVA, S.R.G.; LOPES, J.B.; ALMENDRA, S.N.O.; COSTA, E.M.S. Fundamentos da imunonutrição em aves. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 10 , n 01, p. 2154- 2172, 2013.

SOUSA, M. S.; TINOCO, I. F. F.; BARRETO, S. L. T.; AMARAL, A.G.; PIRES, L.C.; FERREIRA, A.S. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, n.2, p.350-360, 2014.

STAR, L.; JUUL-MADSEN, H.R.; DECUYPERE, E.; NIEUWLAND, M.G.; DE VRIES REILINGH, G.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B.; PARMONTIER, H.K. Effect of early life thermal conditioning and immune challenge on thermotolerance and humoral immune competence in adult laying hens. **Poultry Science**. 88, 2253–2261, 2009.

STERLING, K.; BELL, D.; PESTI, G.; AGGREY, S. Relationships among strain, performance, and environmental temperature in commercial laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 1, p. 85-91, 2003.

TORKI, M.; AKBARI, M.; KAVIANI, K. Single and combined effects of zinc and cinnamon essential oil in diet on productive performance, egg quality traits, and blood parameters of

laying hens reared under cold stress condition. **International journal of biometeorology**, v. 59, n. 9, p. 1169-1177, 2015.

UGURLU, N.; ACAR, B.; TOPAK, R. Production performance of caged layer sunder different environmental temperatures. **Archiv für Geflügelkunde**, v. 66, n. 1, p. 43-46, 2002.

WALDROUP, P. W., MITCHELL, R. J., PAYNE, J. R., & HAZEN, K. R. Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. **Poultry Science**, v. 55, n. 1, p. 243-253, 1976.

WAN, X., JIANG, L., ZHONG, H., LU, Y., ZHANG, L., & WANG, T. Effects of enzymatically treated *Artemisia annua* L. on growth performance and some blood parameters of broilers exposed to heat stress. **Animal Science Journal**, 2017.

VIEIRA, M. D. F. A. **Efeitos de duas condições climáticas, duas linhagens e dois sistemas de ventilação no desempenho produtivo de galinhas poedeiras alojadas em sistemas verticais de criação.** (Tese Doutorado), 2015. (Pos-graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2015.

XIN, H.; GATES, R.S.; PUMA, M.C.; AHN, D.U. Drinking Water Temperature Effects on Laying Hens Subjected to Warm Cyclic Environments. **Poultry Science** v. 81, p.608–617, 2002.

### **3. CAPITULO II – QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE ESTRESSE POR CALOR E DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NA RAÇÃO**

#### **RESUMO**

São vários os fatores ambientais que afetam a produção de galinhas poedeiras, sendo a temperatura aquele reportado entre os de maior influência em suas respostas fisiológicas. O estresse calórico gerado nas aves, quando expostas à altas temperaturas do ar, especialmente quando associadas com alta umidade relativa, resulta em redução nos parâmetros produtivos, possivelmente devido à cobertura de penas e falta de glândulas sudoríparas destes animais, o que dificulta a dissipação de calor tanto por via sensível quanto latente, dificultando ou impedindo a manutenção das condições de homeotermia. Objetivou-se, com a presente pesquisa, avaliar o desempenho produtivo de galinhas poedeiras na fase de pico de postura submetidas, a quatro condições térmicas ambientais cíclicas e distintas, (20°/20°C), (25°/20°C), (30°/20°C) e (35°/20°C). Para cada condição térmica, as aves foram alimentadas com quatro níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900 e 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>). Foram avaliados os parâmetros de qualidade de ovo (peso do ovo, espessura e peso da casca, peso do albúmen, peso da gema, índice e porcentagem de gema, porcentagem de albúmen, porcentagem de casca, volume e área do ovo, unidade Haugh e gravidade específica). Para a maior parte dos parâmetros analisados, aves expostas a condição térmica de 25/20°C obtiveram ovos de melhor qualidade, quando comparadas àquelas alojadas em condição térmica de 20°/20°C, considerada pela literatura como sendo de conforto. Condição térmica de 30°/20°C e 35°/20°C afetaram negativamente a qualidade dos ovos. Os níveis de energia metabolizável na ração influenciaram somente os valores de altura de gema.

## ABSTRACT

There are several environmental factors that affect the production of laying hens, the temperature being reported as having the greatest influence on their physiological responses. The heat stress generated in birds, when exposed to high air temperatures, especially when associated with high relative humidity, results in a reduction in the productive parameters, possibly due to feather cover and lack of sweat glands of these animals, which makes it difficult to dissipate heat both through the sensitive and latent way and making difficult or preventing the maintenance of homeothermia conditions. The objective of this research was to evaluate the productive performance of laying hens in the peak posture stage (24th to 31nd weeks of age, phase in which they are most negatively affected by heat stress), submitted in four climatic chambers to four thermal conditions are cyclical and distinct, with 12 hours of exposure at each temperature indicated in each of the temperature pairs: (20°/20°C), presumed as slight cold stress in 100% of the day and night period, (25 ° / 20 ° C), presumably as a comfort in 50% of the day and night time, and (30°/20°C) and (35°/ 20°C) respectively for medium and marked heat stress during daytime period, followed by comfort at night time. For each thermal condition, the birds were fed four levels of metabolizable energy in the diet (2700, 2800, 2900 and 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>). The egg quality parameters, egg weight, shell weight, albumen weight, yolk weight, yolk percentage and percentage, albumen percentage, bark percentage, egg volume and area, Haugh specific gravity). For most of the analyzed parameters, birds exposed to the thermal condition of 25/20 ° C obtained eggs of better quality, when compared to those housed in a thermal condition of 20 ° / 20 ° C, considered by the literature as being of comfort. Thermal conditions of 30°/20°C and 35°/20°C adversely affected chick egg quality in the peak laying phase. The levels of metabolizable energy in the diet influenced only the values of yolk height.

### 3.1. INTRODUÇÃO

A evolução da avicultura de postura, em seus vários segmentos, foi estimulada, principalmente, pelo melhoramento genético que tornou as aves mais produtivas, com menor peso corporal, menor consumo de ração, apresentando ausência de choco e menor idade ao primeiro ovo. Tais mudanças resultaram em possibilidade de adoção de maior densidade de alojamento com menor desperdício de ração.

A criação de galinhas poedeiras é um empreendimento de grande rentabilidade e constitui-se uma das principais atividades do setor agropecuário do Brasil. Hoje o país se encontra entre os maiores produtores de ovos do mundo, tendo produzido, em 2017, 39,9 bilhões de unidades, resultado 1,8% superior a 2016, e manteve-se com a sétima maior produção do mundo no ano anterior. As exportações foram de 5,8 mil toneladas e o consumo per capita no país chegou a 192 unidades (EMBRAPA, 2018).

Para acompanhar o crescimento desse setor, o Brasil adotou tecnologias desenvolvidas mundialmente, como a automatização dos processos nas granjas. Esses avanços propiciaram notável evolução nos índices zootécnicos, contribuindo para que sistemas de produção intensivo se apresentassem viáveis do ponto de vista econômico e da sustentabilidade do negócio.

Além dos avanços tecnológicos no sistema de produção, outro fator que passou a ser determinante, foi a preocupação pelo bem-estar animal. Isto tem sido pontuado pelos consumidores que estão exigindo cada vez mais melhores padrões de bem-estar das poedeiras, assim como pelos supermercados, varejistas e importadores, que normalmente respondem às tendências de consumo.

São vários os fatores ambientais que afetam a produção de galinhas poedeiras, sendo a temperatura aquele reportado como sendo de maior influência em suas respostas fisiológicas. O estresse por calor gerado nas aves, quando expostas à altas temperaturas do ar, especialmente quando associadas com alta umidade relativa, resulta em redução nos parâmetros produtivos, possivelmente devido à cobertura de penas e falta de glândulas sudoríparas destes animais, o que dificulta a dissipação de calor, tanto por via sensível quanto latente, dificultando ou impedindo a manutenção das condições de homeotermia (GATES e TIMMONS, 1988; SIMMONS et al., 2003; ESTRADA-PAREJA et al., 2007, VIEIRA, 2015).

Pesquisas (KIRUNDA et al., 2001; UGURLU et al., 2002; STERLING et al., 2003; MASHALY et al., 2004; FRANCO-JIMENEZ et al., 2007; PANDA et al., 2008; STAR et al., 2009; BOZKURT et al., 2012; MACK et al., 2013; SOUSA et al., 2014; MIGNON-

GRASTEAU et al., 2015; ATTIA et al., 2016; WAN et al., 2017; HASSAN et al., 2018) indicam, conclusivamente, que o baixo desempenho, ou seja, a queda na produção e a baixa qualidade de ovos de galinhas criadas em ambientes de altas temperaturas, está relacionado a uma interação complexa de baixa ingestão alimentar, mau funcionamento do sistema endócrino, desequilíbrio ácido-base e fraco funcionamento fisiológico de órgãos e mecanismos relacionados com todo o processo de produção de ovos, via recrutamento e crescimento folicular, ovulação, formação de ovos e formação da casca. E todos estes fatores são, por sua vez, afetados por condições adversas do ambiente térmico.

Outro fator de extrema importância na criação de aves é a alimentação, que representa aproximadamente 70% do custo de produção do lote (FURLAN et al., 1988). Isso pode interferir diretamente na rentabilidade da atividade, visto que a ração deve ser balanceada e conter os nutrientes necessários para o bom desenvolvimento das aves e, para tanto, deve ser formulada de acordo com a fase de vida em que a mesma se encontra.

São vários os fatores que afetam o consumo de ração de poedeiras, entre eles: linhagem, idade, peso corporal, concentração de nutrientes e níveis de energia, sendo assim, é importante que sejam bem definidos os níveis de energia metabolizável na dieta de poedeiras a serem utilizados nas diferentes idades e a sua influência sobre os parâmetros produtivos e de qualidade de ovos.

Dessa forma, torna-se imprescindível a atualização das faixas de conforto térmico realmente estressoras para as aves atuais, acondicionadas aos diferentes climas e regiões, em especial ao clima tropical e subtropical do Brasil, levando-se em consideração, em especial, o impacto negativo do estresse por calor sobre o bem-estar das aves, visto que poucos trabalhos foram realizados neste sentido para o caso de galinhas poedeiras em fase de pico de postura.

Considerando o mencionado anteriormente, acrescido das modificações genéticas ocorridas nas últimas décadas, teve-se como objetivos: (a) Determinar se a faixa de temperatura ambiente considerada ideal para criação de aves de postura atualmente praticada e recomendada pela literatura e manuais das linhagens, realmente é aquela que, de fato, favorece a melhor qualidade dos ovos para aves criadas no Brasil, em especial na fase de criação correspondente ao pico de postura (ocorrida entre 24 e 31 semanas de vida, quando as aves são mais influenciadas pelas condições de temperatura ambiente); (b) Determinar o nível ideal de energia metabolizável da dieta para aves na fase de pico de postura e para diferentes níveis de estresse por calor.

### 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em quatro câmaras climáticas, de 2,5m x 3,5m x 2,5m, do Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), pertencente à área de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Cada câmara climática é equipada com condicionador de ar do tipo “split” quente/frio, um aquecedor de ar e umidificador (operados por um controlador eletrônico MT- 531 R i plus de temperatura e umidade). A ventilação aplicada no interior das câmaras climáticas foi obtida por meio de exaustores axiais, com acionamento automático, durante todo o período experimental, e foi controlada de forma a manter as temperaturas desejadas e a qualidade do ar dentro dos padrões

Foram utilizadas 264 galinhas da linhagem LOHMANN LSL, em fase de pico de postura (24<sup>a</sup> a 31<sup>a</sup> semanas de vida), todas elas provenientes de um mesmo lote e de um mesmo matrizeiro, com mesma idade e peso médio inicial de 1,359 kg ( $\pm 5\%$ ), criadas até a fase experimental, num mesmo alojamento, recebendo o mesmo manejo e dieta alimentar de acordo com o praticado em granjas comerciais. Em cada uma das quatro câmaras climáticas foram alojadas, ao acaso, grupos de 64 galinhas, distribuídas em 08 gaiolas de 1,0m comprimento x 0,42m largura x 0,5m altura, com 8 aves em cada gaiola, ou seja, 4 aves em cada repartição, seguindo a densidade de aves praticada no Brasil.

Cada câmara climática possibilitou uma distinta temperatura ambiente, constituindo quatro diferentes tratamentos térmicos, ou seja, compreenderam quatro níveis de temperatura (20°C, 25°C, 30°C e 35°C) os quais foram aplicados no período de 7:00 às 19:00 horas (12 horas), seguido de mais um período comum aos quatro tratamentos de 12 horas a 20°C (de 19:00 às 7:00 horas), buscando representar, com mais propriedade, a variação natural diurna de temperatura. A condição diurna de 20°C foi considerada de conforto térmico segundo LOHMANN LSL- LITE (2016). Em todos os tratamentos, a umidade relativa do ar foi mantida entre 60 e 70%, considerada favorável as aves, mesmo em condições mais extremas de temperatura (TINÔCO, 2001).

Para cada condição térmica, as aves foram alimentadas com quatro níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>), recomendada por Rostagno et al. (2017), para galinhas poedeiras em fase de pico de postura, conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição das rações experimentais

Ingrediente	Nível de energia metabolizável (kcal.kg <sup>-1</sup> )			
	2700	2800	2900	3000
Milho Grão	263,652	277,955	264,684	284,126
Soja Farelo 45%	102,679	109,088	110,679	117,713
Trigo Farelo	77,334	52,359	53,755	24,088
Calcário	46,804	46,635	46,631	46,433
Fosfato Bicálcico	4,4095	4,732	4,7315	5,114
Óleo De Soja	0	4,247	14,3725	17,5
Sal Comum	2,522	2,524	2,5295	2,531
DI-Metionina	1,023	1,018	1,0335	1,0515
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,500	0,500	0,500	0,500
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,500	0,500	0,500	0,500
Coxistac	0,275	0,275	0,275	0,275
L-Treonina	0,127	0,0875	0,2595	0,058
BHT	0,050	0,050	0,050	0,050
L-Lisina Hcl	0,125	0,029	0	0,061
L-Triptofano	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>	<b>500,00</b>
<b>Composição Calculada</b>				
Energ. Met.Aves (Mcal.kg <sup>-1</sup> )	2700	2800	2900	3000
Ácido Linoleico (%)	1,4281	1,8638	2,8848	3,209
Arginina Dig.Aves (%)	0,9741	0,978	0,9817	0,9843
Arginina Total (%)	1,0434	1,0443	1,0481	1,0472
Cálcio (%)	3,9000	3,9000	3,9000	3,9000
Cloro (%)	0,3518	0,3514	0,3508	0,3505
Fenil. Dig.Aves (%)	0,6997	0,7138	0,7131	0,7291
Fenil. Total (%)	0,7725	0,7834	0,7828	0,7948
Fenil.+Tir.Dig.Aves (%)	1,1909	1,2169	1,2155	1,2448
Fenil.+Tir.Total (%)	1,3057	1,3267	1,3254	1,3488
Fosforo Disponível (%)	0,2910	0,291	0,291	0,291
Glicina + Serina Total (%)	1,4736	1,48	1,4808	1,4863
Histidina Dig. Aves (%)	0,3933	0,3967	0,3956	0,3994
Histidina Total (%)	0,4342	0,4347	0,4336	0,4339
Isoleucina Dig.Aves (%)	0,5781	0,5911	0,5918	0,6062
Isoleucina Total (%)	0,6551	0,665	0,666	0,6766
Leucina Dig.Aves (%)	1,2426	1,2727	1,261	1,2976
Leucina Total (%)	1,3614	1,3856	1,3745	1,4039
Lisina Dig.Aves (%)	0,7200	0,7200	0,7200	0,7451
Lisina Total (%)	0,8097	0,8060	0,8060	0,8270
Met.+Cist.Dig.Aves (%)	0,6520	0,6523	0,6524	0,6576
Met.+Cistina Total (%)	0,7291	0,725	0,725	0,7250
Metionina Dig.Aves (%)	0,4204	0,4217	0,4231	0,4295
Metionina Total (%)	0,4473	0,4465	0,4479	0,4519
Potássio (%)	0,688	0,6683	0,6693	0,6452
Proteína Bruta (%)	16,020	16,020	16,020	16,0200

Sódio (%)	0,2180	0,2180	0,2180	0,2180
Treonina Dig.Aves (%)	0,5450	0,5473	0,5773	0,5514
Treonina Total (%)	0,6383	0,637	0,6696	0,6370
Triptofano Dig.Aves (%)	0,1749	0,1742	0,1753	0,1741
Triptofano Total (%)	0,1981	0,1959	0,1970	0,1940

<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico - kg do produto. Vit. A, 40.000.000 UI; Vit. D3, 8.000.000 UI; Vit. E, 100.000 UI; Vit. K3, 6.000,0 mg; Vit. B1 6.000,0 mg; Vit. B2 20.000,0 mg; Vit. B6, 12.000,0 mg; Vit. B12, 60.000,0 mg; Biotina, 320,0 mg; Ácido fólico, 2.800 mg; ácido Nicotínico 120.000,0 mg; Ácido Pantotênico, 40.000,0 mg; Se, 1.000,0 mg.

<sup>2</sup> Suplemento Mineral - kg do Produto. Mn, 150.000 mg; Zn, 100.000 mg; Fe, 100.000 mg; Cu, 16.000 mg e I, 1.500 mg.

As rações foram fornecidas a base de 100g por ave, já considerado o desperdício, conforme manual da linhagem LOHMANN LSL- LITE (2016). A água foi fornecida “*ad libitum*”. Os comedouros eram do tipo calha que comporta 8 aves no total, ou seja 4 aves por divisória, e os bebedouros tipo *nipple*, que atende de 8 a 10 aves.

O programa de luz adotado foi de 8 horas de escuro e 16 horas de luz conforme manual da linhagem LOHMANN LSL- LITE (2016), com lâmpada incandescente de 60W instalada no teto.

Para determinação da qualidade dos ovos, duas vezes por semana foram coletadas três unidades de ovos para cada combinação de condição térmica e nível de energia metabolizável. Foram avaliados:

- a. Peso do ovo (P.Ovo), em gramas: utilizando balança digital com resolução de 0,01g;
- b. Espessura da casca (E.Casca), em mm e peso da casca (P.Casca), em gramas: utilizando micrometro com resolução de 0,01mm e balança digital com resolução de 0,01g; as cascas foram lavadas para a retirada dos resíduos de albúmen e colocadas em suporte para secar, por 24 horas, à temperatura ambiente;
- c. Peso do albúmen (P.Alb), em gramas: utilizando balança digital com resolução de 0,01g; obtido por pesagem, após separação dos componentes (casca e gema);
- d. Peso da gema (P.Ge), em gramas: utilizando balança digital com resolução de 0,01g; a gema foi pesada após a retirada do albúmen e da chalaza;
- e. Índice de gema (I.Ge), adimensional: utilizando micrometro com resolução 0,01mm e paquímetro digital com resolução de 0,01mm; foram mensurados altura e diâmetro da gema, e o índice de gema foi obtido dividindo-se a altura da gema pelo valor do seu respectivo diâmetro;
- f. Porcentagens de gema (%Ge), albúmen (%Alb) e casca (%Casca): utilizando balança digital com resolução de 0,01 g; obtidas pela pesagem de cada uma das partes, e então

o peso de cada constituinte foi dividido pelo peso do ovo (g) e multiplicado por 100, para a obtenção das porcentagens;

- g. Volume, em  $\text{cm}^3$ , e área do ovo, em  $\text{cm}^2$ : utilizando paquímetro digital com resolução de 0,01mm; foram determinados o volume (V) e a área do ovo (S). Para tanto empregou-se a metodologia de Narushim (2005), conforme Eq. 1 e 2.

$$V = (0,6057 - 0,0018 * d) * D * d \quad (1)$$

$$S = (3,155 - 0,0136 * D + 0,00155 * d) * D * d \quad (2)$$

Sendo d o diâmetro menor do ovo (cm) e D o diâmetro maior do ovo (cm);

- h. Unidade Haugh, adimensional: utilizando micrometro com resolução de 0,01mm; os ovos foram quebrados e seu conteúdo (albúmen + gema) colocado em uma superfície de vidro, plana e nivelada, para mensuração da altura do albúmen (mm), com uso de micrômetro. Com base nos valores de peso de ovo (g) e altura do albúmen (mm), foi utilizada a fórmula descrita por Barbosa Filho (2004), para o cálculo da unidade Haugh (Eq. 3):

$$UH = 100 \log(H - 1,7 * W^{0,37} + 7,57) \quad (3)$$

Sendo H a altura do albúmen (mm) e W o peso do ovo (g).

- i. Gravidade específica: foi determinada pelo método das soluções gradualmente salinas, que consiste na imersão dos ovos em diferentes soluções salinas, com densidades que variam de 1,055 a 1,100 com aumento de 0,005. Para a sua determinação, os ovos foram colocados nos recipientes com as diferentes soluções salinas, da menor para maior concentração, sendo retirados ao flutuarem, anotando-se, assim, o valor respectivo de densidade correspondente à solução do recipiente.

Todos os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFV, mediante protocolo nº 73/2016.

Os dados foram analisados no software SAEG (2007) - Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1, em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas quatro condições térmicas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C), nas subparcelas quatro níveis de energia metabolizável na dieta (2700, 2800, 2900 e 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>) e nas sub-subparcelas as semanas (25<sup>a</sup>, 26<sup>a</sup>, 27<sup>a</sup>, 28<sup>a</sup>, 29<sup>a</sup>, 30<sup>a</sup>, e 31<sup>a</sup> semana) em Delineamento Inteiramente Casualizado - D.I.C. com quatro repetições.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1. PARÂMETROS DE QUALIDADE DO OVO

Com base na análise de variância (Tabela 2), observou-se que os níveis de energia metabolizável na ração não influenciaram os parâmetros de qualidade de ovo, resultados estes que diferem do encontrados por Hassan et al. (2013), os quais verificaram que, com o aumento dos níveis de energia metabolizável (2750, 2775 e 2800 kcal de EM.kg<sup>-1</sup>) e níveis de PB (17%), ocorreu aumento dos parâmetros de peso do ovo, albúmen e gema.

**Tabela 2.** Quadrado médio das variáveis consideradas para níveis de energia metabolizável (NI), de 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup> e sua interação com as condições térmicas (TEMP), de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C e semanas de vida das aves (SEM), da 25<sup>a</sup>

Variável	NI	NI x TEMP	NI x SEM	NI x TEMP x SEM
P.Ovo	8,33 <sup>NS</sup>	11,34 <sup>NS</sup>	3,20 <sup>NS</sup>	3,20 <sup>NS</sup>
V.Ovo	0,36 <sup>NS</sup>	0,33 <sup>NS</sup>	0,23 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>
S.Ovo	6,51 <sup>NS</sup>	7,05 <sup>NS</sup>	4,54 <sup>NS</sup>	3,49 <sup>NS</sup>
D.Ge	2,29 <sup>NS</sup>	4,27 <sup>NS</sup>	1,81 <sup>NS</sup>	2,38 <sup>NS</sup>
A.Ge	3,76 <sup>NS</sup>	2,17 <sup>NS</sup>	1,30 <sup>**</sup>	1,09 <sup>NS</sup>
P.Ge	0,32 <sup>NS</sup>	1,80 <sup>NS</sup>	0,77 <sup>NS</sup>	0,94 <sup>NS</sup>
I.Ge	0,0024 <sup>NS</sup>	0,0009 <sup>NS</sup>	0,0006 <sup>NS</sup>	0,0005 <sup>NS</sup>
%Ge	1,32 <sup>NS</sup>	4,76 <sup>NS</sup>	2,70 <sup>NS</sup>	2,0565 <sup>NS</sup>
D.Alb	23,43 <sup>NS</sup>	3,99 <sup>NS</sup>	3,79 <sup>NS</sup>	4,45 <sup>NS</sup>
A.Alb	1,08 <sup>NS</sup>	1,28 <sup>NS</sup>	1,03 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>
P.Alb	4,43 <sup>NS</sup>	13,11 <sup>NS</sup>	2,73 <sup>NS</sup>	1,68 <sup>NS</sup>
%Alb	1,83 <sup>NS</sup>	14,13 <sup>NS</sup>	4,14 <sup>NS</sup>	3,09 <sup>NS</sup>
P.Casca	0,14 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
%Casca	0,1639 <sup>NS</sup>	0,2422 <sup>NS</sup>	0,1052 <sup>NS</sup>	0,1733 <sup>NS</sup>
EspCas	0,11 <sup>NS</sup>	0,99 <sup>NS</sup>	0,61 <sup>NS</sup>	0,76 <sup>NS</sup>
Haugh	6,25 <sup>NS</sup>	32,05 <sup>NS</sup>	8,91 <sup>NS</sup>	9,24 <sup>NS</sup>

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup> F não significativo

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios de altura da gema (em mm) dos ovos de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 3.** Valores médios de altura da gema (A.G), em mm, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

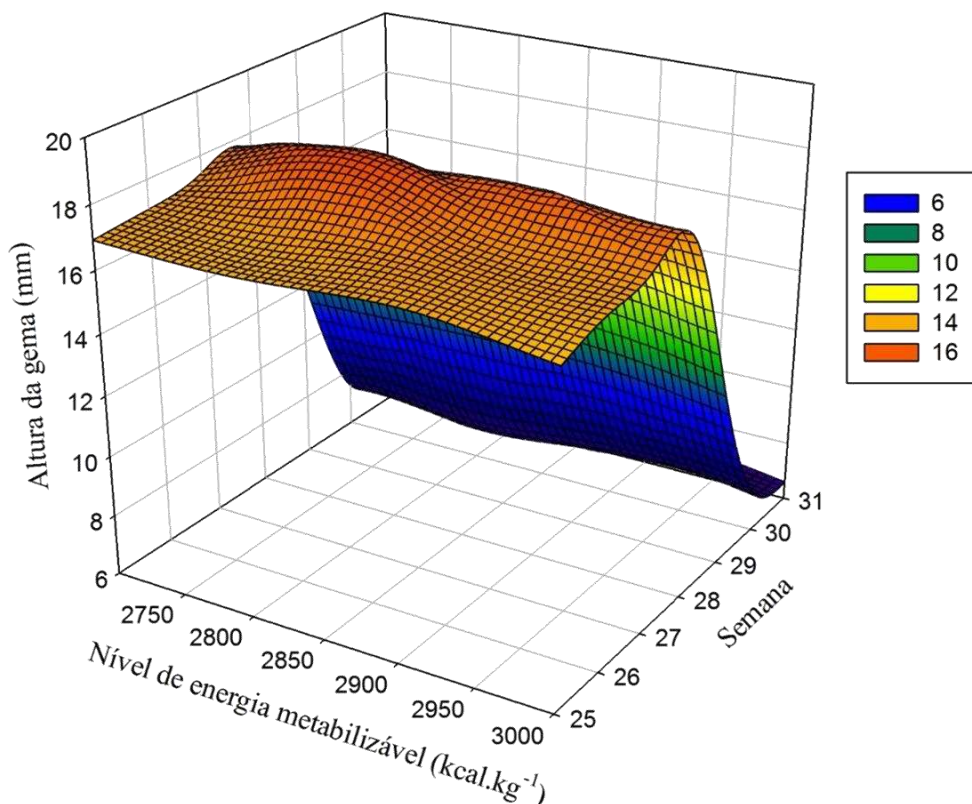
SEMANA	A.G (mm)			
	2700 kcal.kg <sup>-1</sup>	2800 kcal.kg <sup>-1</sup>	2900 kcal.kg <sup>-1</sup>	3000 kcal.kg <sup>-1</sup>
25 <sup>a</sup>	16,82a	17,07bc	17,42a	17,34a
26 <sup>a</sup>	12,27b	17,42b	17,45c	16,83a
27 <sup>a</sup>	17,23a	18,69a	17,70a	12,47b
28 <sup>a</sup>	7,14c	6,93e	17,08a	17,30a
29 <sup>a</sup>	17,70a	17,95ab	12,53b	7,52c
30 <sup>a</sup>	7,09c	16,54c	17,07a	17,45a
31 <sup>a</sup>	17,54a	11,89d	7,31c	6,58c

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 1, encontram-se ilustrados os valores de altura da gema em função dos níveis de energia metabolizável na ração, para cada semana de avaliação.

$$A.G = - 432,5035 + 0,0804N + 25,8525S - 0,0000142N^2 - 0,4965S^2$$

$$R^2 = 0,9475$$



**Figura 1.** Altura da gema em função dos níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Observa-se que os valores médios de altura da gema foram mais elevados da 25ª até a 28ª semana, com forte declínio a partir deste momento até a 31ª semana de vida das aves. Observa-se, ainda, que os níveis de energia metabolizável na ração praticamente não

interferiram nesse parâmetro. Esses resultados diferem do encontrados por Hassan et al. (2013), que verificaram que com o aumento dos níveis de energia metabolizável, ocorreu aumento da altura da gema.

### 3.3.1.1. Peso, volume e área do ovo

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios do peso dos ovos de galinhas de 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

Ocorreu aumento do peso médio do ovo com o passar das semanas de vida das galinhas (da 25 a 31 semanas), para todas as temperaturas de ambiente a que as galinhas estiveram submetidas; ou seja, aumentos médios de 8,9% para condição térmica de 20°/20°C, 9,0% para 25°/20°C, 8,9% para 30°/20°C e 3,7% para 35°/20°C. Com relação ao peso dos ovos, Silversides e Scott (2001), Carvalho et al. (2007) e Ramos et al. (2010) também observaram que o ovo aumenta de tamanho com o avanço da idade das poedeiras.

As galinhas submetidas a condição térmica ambiental de 25°/20° C (tida como de conforto) foram aquelas que colocaram ovos de maior peso médio, em todas as semanas de observação.

**Tabela 4.** Valores médios do peso do ovo (P.Ovo), em g, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	P.Ovo (g)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	58,72d	59,27d	57,65c	56,04b
26 <sup>a</sup>	59,97cd	61,04cd	58,95bc	56,62ab
27 <sup>a</sup>	61,12bc	62,16bc	59,19bc	56,42ab
28 <sup>a</sup>	62,10ab	62,84bc	60,00b	56,68ab
29 <sup>a</sup>	62,48ab	63,61ab	61,01ab	57,55ab
30 <sup>a</sup>	63,96a	63,89ab	60,24b	58,14a
31 <sup>a</sup>	64,03a	65,12a	62,78a	57,87ab

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

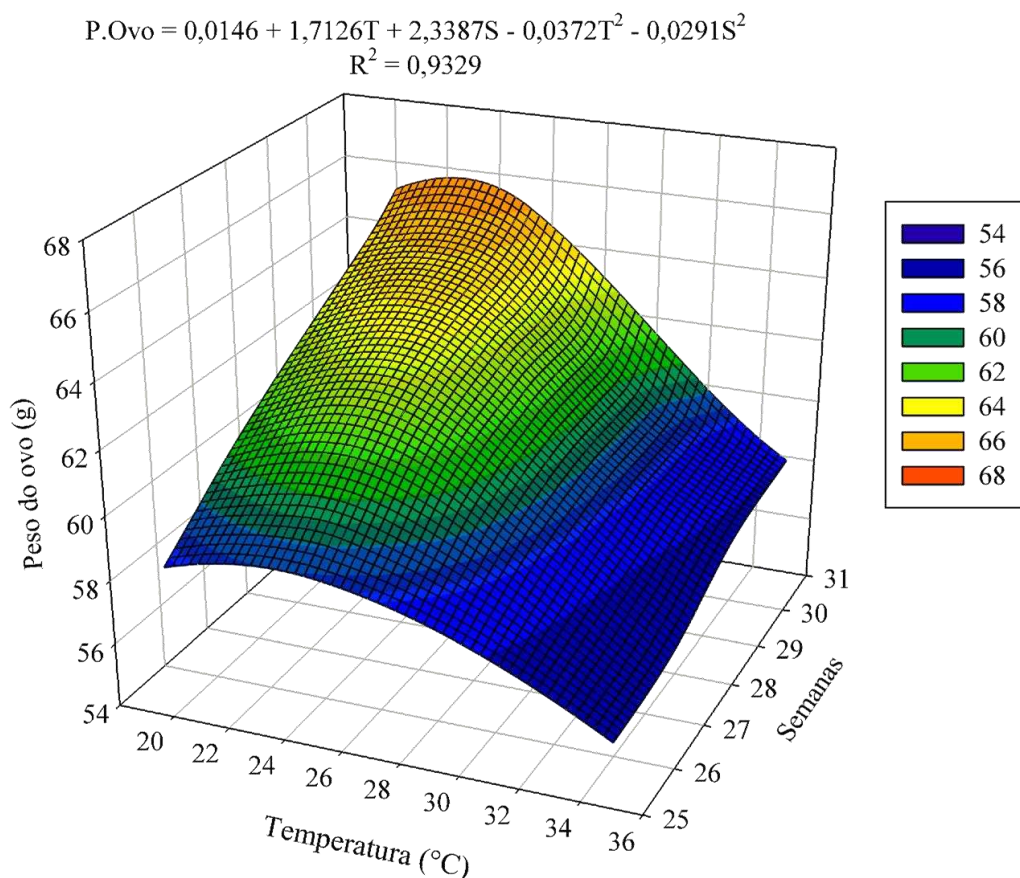
Na Figura 2 encontram-se ilustrados os diferentes valores de pesos do ovo em função das condições térmicas diurnas a que as galinhas estiveram submetidas, para cada semana de avaliação (idade das aves, de 25 a 31 semanas de idade).

Ocorreu redução do peso do ovo com o aumento da temperatura diurna. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Kirunda et al. (2001), Barbosa Filho (2004), Mashaly et al. (2004), Rozenboim et al. (2007), Star et al. (2009), Vercese et al. (2012), Ebeid et al. (2012), Mack et al. (2013), Allahverdi et al. (2013) Camerine et al. (2013), os quais observaram

redução do peso dos ovos de galinhas poedeiras submetidas a estresse por calor. Vale ressaltar que Vercese et al. (2012) verificaram redução significativa no peso do ovo a partir de 30°C.

A superfície de resposta da Figura 2 permite observar a tendência do aumento do peso do ovo com o aumento das semanas de vida das aves, sendo que a condição térmica de 25°/20°C, em todas as semanas avaliadas, resultou em maior peso do ovo.

De maneira geral houve uma redução de 8,3% do peso do ovo com o aumento da temperatura ambiente, e um aumento de 7,1% com relação ao aumento das idades das aves.



**Figura 2.** Peso do ovo de galinhas na fase de pico de postura em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C), para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios de volume do ovo, de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

Observa-se, na Tabela 5 que, de forma geral, ocorreu aumento dos valores do volume do ovo com o aumento da idade das aves. Verifica-se, também, que os maiores valores de volume do ovo foram encontrados para a condição térmica de 25°/20°C.

**Tabela 5.** Valores médios de volume (V.Ovo), em cm<sup>3</sup>, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

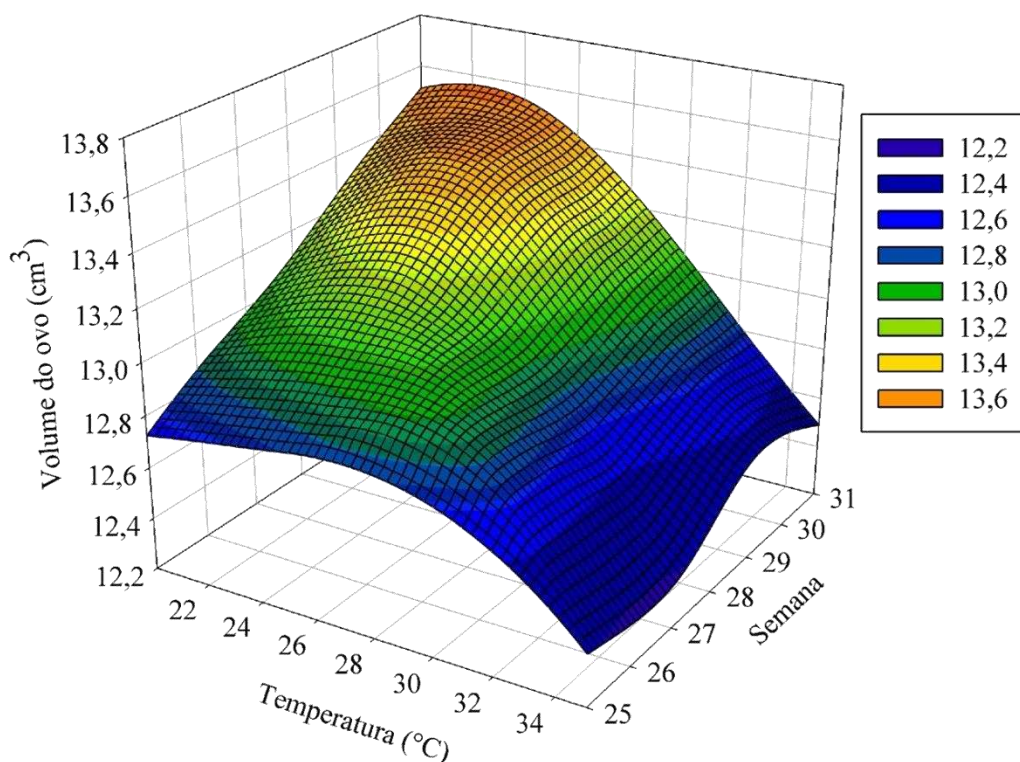
SEMANA	V.Ovo (cm <sup>3</sup> )			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	12,66c	12,81b	12,55b	12,39ab
26 <sup>a</sup>	12,86bc	12,94b	12,91ab	12,86a
27 <sup>a</sup>	12,96abc	13,13ab	12,73ab	12,36b
28 <sup>a</sup>	13,09abc	13,25ab	12,89ab	12,41ab
29 <sup>a</sup>	13,18ab	13,43a	12,92ab	12,58ab
30 <sup>a</sup>	13,38a	12,45a	13,01ab	12,64ab
31 <sup>a</sup>	13,31ab	13,49a	13,19a	12,49ab

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 3, encontram-se ilustrados os valores de volume do ovo em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação, no qual fica evidente, pela superfície de resposta, que ocorreu aumento dos valores de volume do ovo, com o aumento da idade das aves.

$$V.Ovo = 3,4587 + 0,2381T + 0,4134S - 0,0050T^2 - 0,0060S^2$$

$$R^2 = 0,8032$$



**Figura 3.** Volume do ovo em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras)

De modo igual, os maiores valores de volume do ovo foram observados para condições térmicas ambientais em torno de 25°C diurnas, para todas as semanas consideradas. Vale ressaltar que ocorreu tendência de aumento da área do ovo com o passar das semanas de vida das galinhas (de 25 a 31 semanas).

De maneira geral, houve aumento do volume dos ovos de cerca de 5,4% da 25ª para a 31ª semana de vida das aves. Esses resultados corroboram com os encontrados por Trindade et al. (2007), que verificaram aumento nos valores de volume do ovo com o aumento das semanas de vida das aves.

Na Tabela 6 são apresentados os valores de área do ovo, de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

Os valores da área do ovo aumentaram com o aumento da idade das aves. Verifica-se, também, que os maiores valores de área do ovo foram encontrados para a condição térmica de 25°/20°C.

**Tabela 6.** Valores médios de área do ovo (S.Ovo), em cm<sup>2</sup>, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	S.Ovo (cm <sup>2</sup> )			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	59,13c	59,65b	58,48b	57,69b
26 <sup>a</sup>	59,85bc	60,18b	60,03ab	59,85a
27 <sup>a</sup>	60,34abc	61,08ab	59,17ab	57,66b
28 <sup>a</sup>	60,82abc	61,59ab	59,87ab	57,79ab
29 <sup>a</sup>	61,20abc	62,60a	60,02ab	58,56ab
30 <sup>a</sup>	62,01a	62,52a	60,29ab	58,78ab
31 <sup>a</sup>	61,72ab	62,60a	61,18a	58,63ab

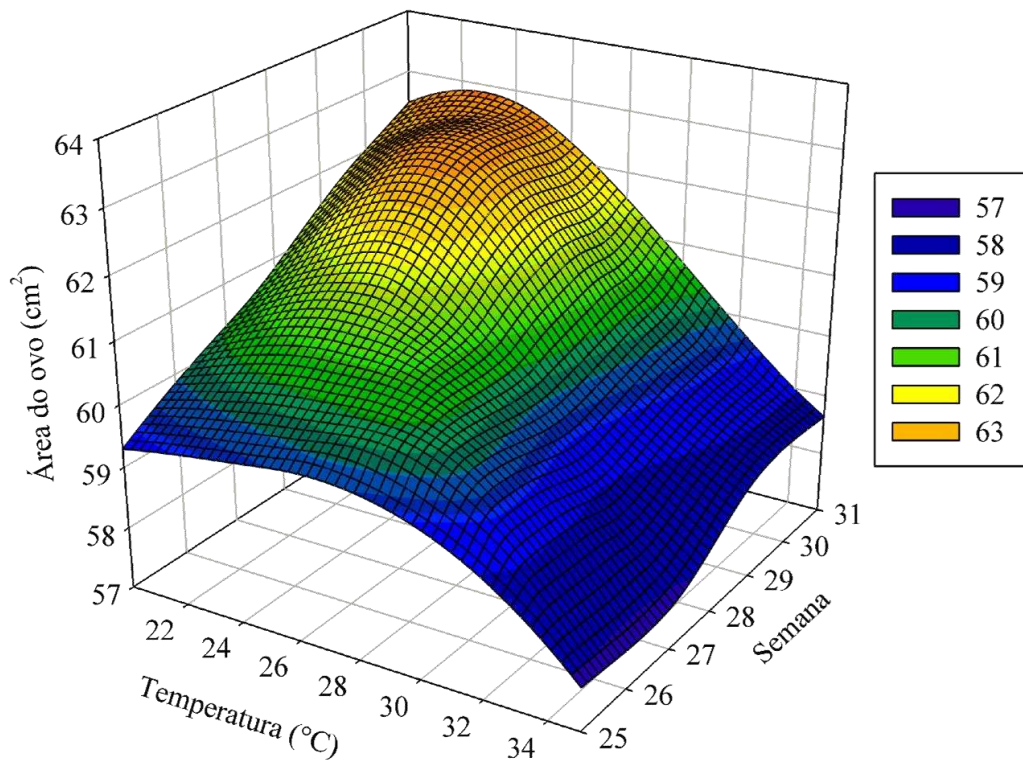
As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 4, encontram-se ilustrados os valores de área do ovo em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação, e pode-se observar que as condições térmicas ambientais em torno de 25°C diurnas foram aquelas que apresentaram ovos com maior área, para todas as semanas consideradas. Vale ressaltar que ocorreu tendência de aumento desse parâmetro com o passar das semanas.

De forma geral, houve aumento da área dos ovos de cerca de 4,6% da 25ª para a 31ª semana de vida das aves. Esses resultados corroboram com os encontrados por Trindade et al. (2007), que verificaram aumento do nos valores de volume do ovo com o aumento das semanas de vida das aves.

$$S.Ovo = 23,5569 + 1,0263T + 1,4762S - 0,0218T^2 - 0,0201S^2$$

$$R^2 = 0,8026$$



**Figura 4.** Área do ovo em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

### 3.3.1.2. Peso, porcentagem, altura e do albúmen

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios de peso de albúmen dos ovos de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 7.** Valores médios de peso de albúmen (P.Alb), em g, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	P.Alb (g)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	33,83b	34,64b	33,64b	31,05b
26 <sup>a</sup>	36,11a	36,56ab	33,15ab	33,01a
27 <sup>a</sup>	35,43ab	30,76c	34,20ab	32,30ab
28 <sup>a</sup>	37,00a	36,15ab	34,74ab	32,60ab
29 <sup>a</sup>	36,38a	36,46ab	35,25ab	32,97ab
30 <sup>a</sup>	37,34a	37,06a	35,24ab	33,52a
31 <sup>a</sup>	36,24a	37,08a	36,19a	33,45a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De forma geral, ocorreu aumento nos valores de P.Alb, dos ovos com o passar das semanas, para todas as condições de ambiente térmico estudadas, com os maiores valores para a condição 25°/20°C.

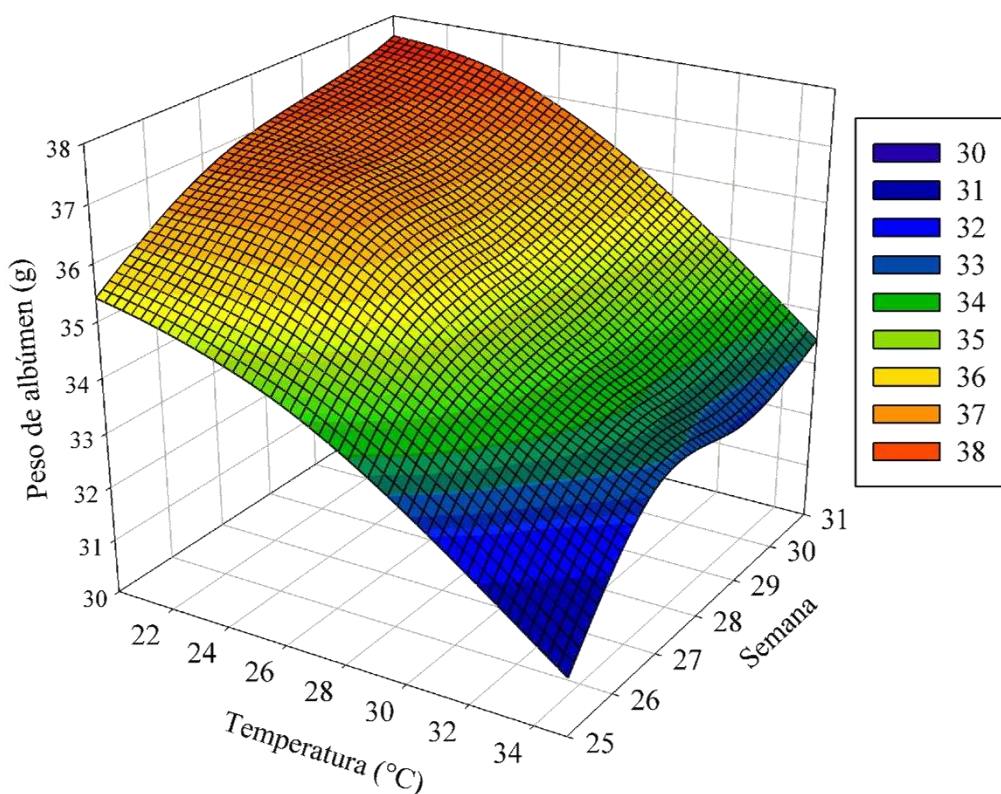
Verificou-se, também, que com o aumento das semanas de vida das aves, ocorreu aumento do peso de albúmen de 20,5% para condição térmica (25°/20°C), sendo que o aumento médio foi de 11,5%.

Na Figura 5, encontram-se ilustrados os valores de peso do albúmen em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Como já mencionado, verifica-se que o peso do albúmen aumenta com o passar das semanas e reduz à medida que aumenta as condições térmicas ambientais. Estes dados permitem confirmar os efeitos negativos do desconforto térmico suportado pelas galinhas, com consequente redução dos parâmetros de qualidade dos ovos.

Para Barbosa Filho et al. (2006) e Oliveira et al. (2014), altas temperaturas afetam a qualidade dos ovos, ocorrendo a redução do peso de seus componentes. Esses resultados também corroboram com os encontrados por Trindade et al. (2007) e Bozkurt et al. (2012).

$$P.Alb = -15,2321 + 1,1159T + 2,3837S - 0,0241T^2 - 0,0241S^2$$
$$R^2 = 0,7982$$



**Figura 5.** Peso do albúmen em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup>)

Na Tabela 8 são apresentados os valores médios de porcentagem de albúmen, dos ovos de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 8.** Valores médios de porcentagem de albúmen (%Alb), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	%Alb			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	57,61ab	58,38a	58,27a	55,24a
26 <sup>a</sup>	60,11a	59,84a	57,90a	58,26a
27 <sup>a</sup>	57,88ab	49,61b	57,73a	57,15a
28 <sup>a</sup>	59,55ab	57,48a	57,86a	57,49a
29 <sup>a</sup>	58,17ab	57,30a	57,76a	57,16a
30 <sup>a</sup>	58,34ab	57,98a	58,92a	57,63a
31 <sup>a</sup>	56,54b	56,96a	57,60a	57,71a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Não houve diferença significativa da porcentagem de albúmen com o passar das semanas. Estes dados foram ligeiramente diferentes dos observados por Silversides e Scott (2001) e Carvalho et al. (2007), que observaram redução na porcentagem de albúmen, inferindo que a qualidade interna do ovo tendeu a piorar com o avanço da idade.

Na Figura 6, encontram-se ilustrados os valores de porcentagem do albúmen em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Embora praticamente não tenha havido diferenças significativas entre os valores de porcentagem de albúmen em função dos tratamentos, pode-se observar que o maior percentual ocorreu nas primeiras semanas, para as menores condições térmicas ambientais estudada, ou seja, próxima de 20°/20°C a 25°/20°C.

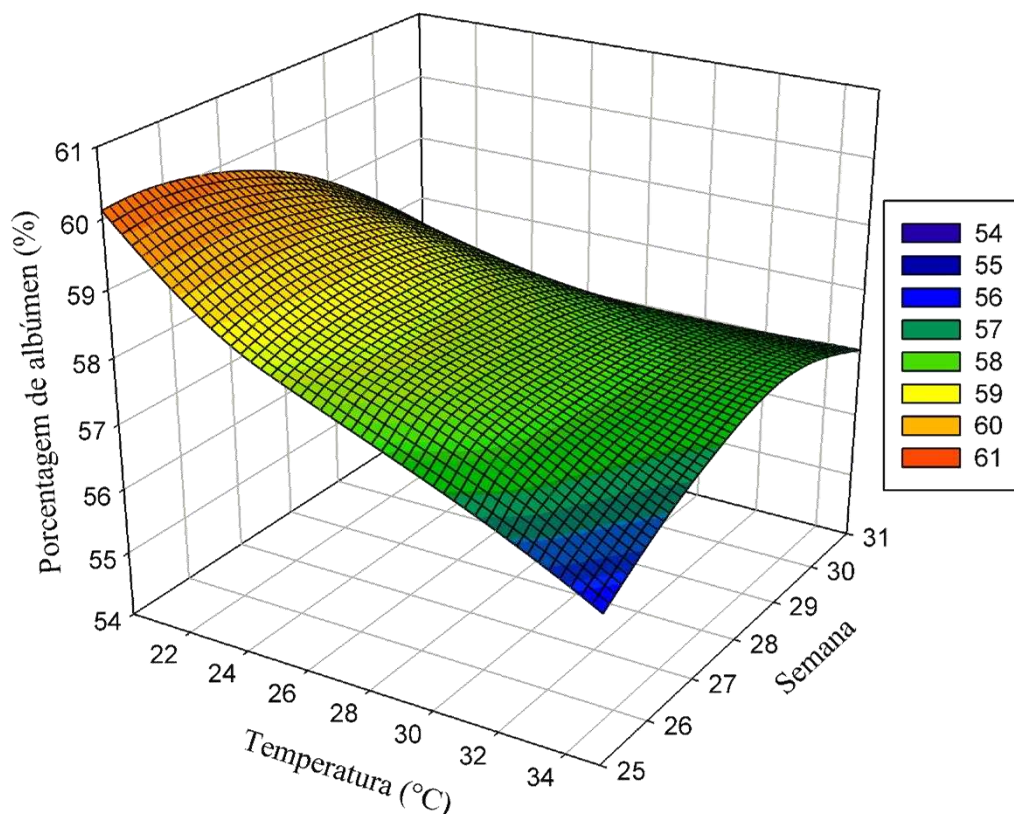
Resultados semelhantes foram verificados por Bozkurt et al. (2012) e Hassan et al. (2018). Em ambos os casos, a porcentagem de albúmen foi maior em condições de conforto e termoneutralidade, aqui representado por 20°/20°C a 25°/20°C.

Os resultados até então estudados, de forma geral, apresentam coerência, uma vez que é de se esperar que a redução no peso do ovo seja acompanhada da redução no peso e percentual de albúmen.

De fato, os dados da pesquisa de Ordóñez (2005) e Oliveira et al. (2014) relatam que o peso e porcentagem do albúmen, podem ser justificados pelo peso do ovo, já que existe uma correlação entre esses valores.

$$\%Alb = 17,5355 + 0,0324T + 3,1454S - 0,0021T^2 - 0,0595S^2$$

$$R^2 = 0,5099$$



**Figura 6.** Porcentagem do albúmen em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 9 são apresentados os valores médios de altura de albúmen, dos ovos de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 9.** Valores médios de altura de albúmen (A.Alb), em mm, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	A.Alb (mm)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	9,56c	7,32e	7,54d	7,75d
26 <sup>a</sup>	9,57c	9,35c	9,70c	9,41c
27 <sup>a</sup>	7,88d	8,84cd	7,74d	8,73cd
28 <sup>a</sup>	7,90d	7,95de	7,93d	8,02d
29 <sup>a</sup>	12,94b	13,09b	12,60b	12,39b
30 <sup>a</sup>	16,13a	16,71a	16,25a	15,85a
31 <sup>a</sup>	16,44a	16,76a	16,15a	15,43a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

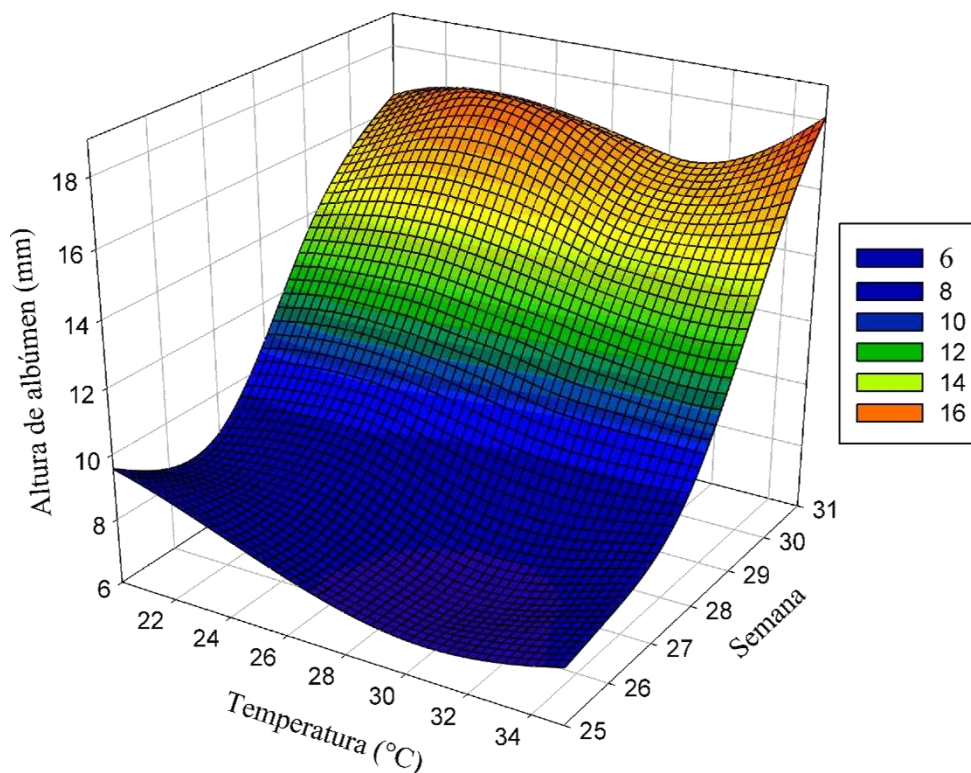
Observa-se que ocorreu aumento médio na altura de albúmen de cerca de 50,3% para todas as condições térmicas ambientais e com o aumento da idade das aves, da 25ª à 31ª semana.

Os resultados encontrados neste estudo diferem daqueles encontrados por Menezes et al. (2012), que estudaram a influência da idade de poedeiras na qualidade de ovos, de 35 a 50 semanas de vida. Contudo, vale ressaltar que o período estudado por eles é diferente do período do presente estudo.

Na Figura 7, encontram-se ilustrados os valores de altura do albúmen em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação, a qual demonstra que os maiores valores de altura de albúmen foram observados nas últimas semanas com grande independência das condições térmicas ambientais.

Contudo, esses resultados diferem dos encontrados por Hanssan et al. (2018), os quais verificaram que, na condição de estresse térmico cíclico, a altura do albúmen foi significativamente menor do que o obtido na condição considerada de termoneutralidade (20°/21°C), considerando da 20ª até 72ª semanas de vida das galinhas poedeiras.

$$A.Alb = 103,9731 - 0,2747T - 7,9250S + 0,0038T^2 + 0,1701S^2$$
$$R^2 = 0,9291$$



**Figura 7.** Altura do albúmem em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

### 3.3.1.3. Peso, altura, índice e porcentagem da gema

Na Tabela 10 são apresentados os valores médios de peso de gema, dos ovos de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

Observa-se que, para galinhas na fase de pico de postura, os valores de peso de gema de forma geral aumentaram com o passar das semanas, tendo os maiores valores ocorrido na 31<sup>a</sup> semana.

**Tabela 10.** Valores médios de peso de gema (P.Ge), em g, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	P.Ge (g)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	14,30b	14,88d	14,68bc	14,79a
26 <sup>a</sup>	15,53ab	16,03b	14,32c	15,48a
27 <sup>a</sup>	15,54ab	16,19b	15,23abc	14,97a
28 <sup>a</sup>	15,82ab	16,34ab	15,72abc	14,63a
29 <sup>a</sup>	15,64ab	16,51ab	15,80abc	14,88a
30 <sup>a</sup>	16,44 <sup>a</sup>	16,68ab	16,02ab	14,92a
31 <sup>a</sup>	16,69 <sup>a</sup>	17,84a	16,50a	14,87a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

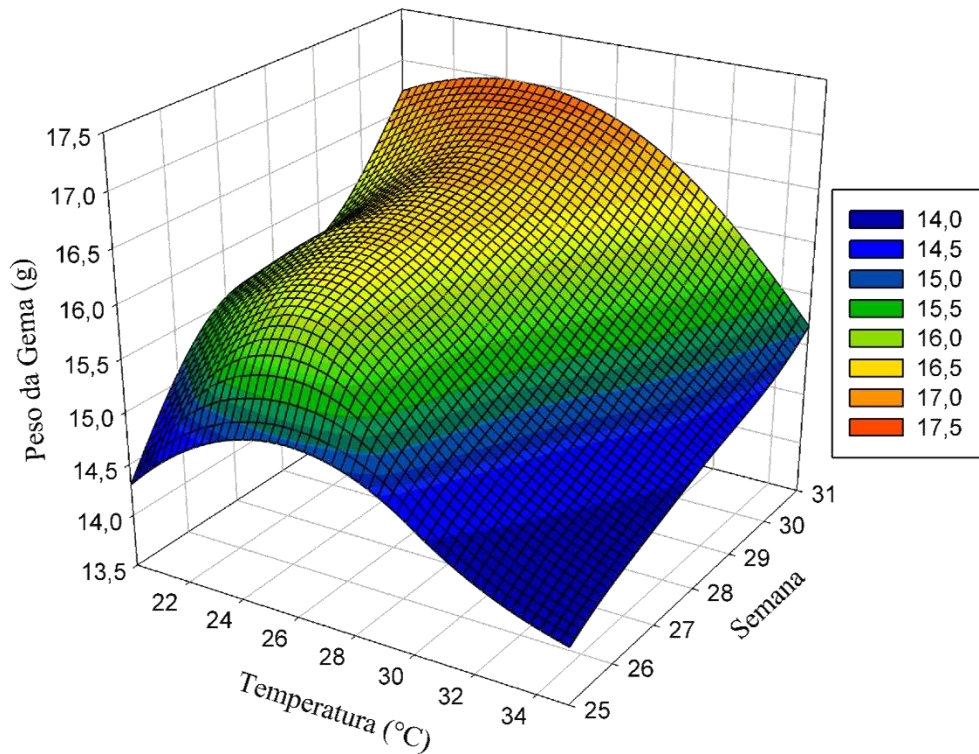
Na Figura 8, encontram-se ilustrados os valores de peso da gema, em função das condições térmicas diurnas, para cada semana de avaliação.

Observa-se na superfície que, os maiores valores de altura de albúmen foram observados nas últimas semanas de vida das aves, com grande independência das condições térmicas ambientais; os maiores valores de peso de gema foram observados para as condições térmicas ambientais em torno de 25°/20°C.

Esses resultados são próximos daqueles verificados por Hassan et al. (2018), ao observarem que, no estresse cíclico por calor, o peso da gema de ovo foi menor do que o peso obtido na condição termoneutra (20°/21°C). Oliveira et al. (2014) também observaram uma tendência na redução do peso da gema devido ao estresse, possivelmente devido à redução no peso dos ovos, já que existe uma correlação entre esses valores. Resultado contrário foi verificado por Bozkurt et al. (2012) que relataram que o peso da gema foi o único critério de qualidade de ovos que não foi influenciado pelo estresse térmico.

$$P.Ge = - 6,1725 + 0,6823T + 0,7133S - 0,01384T^2 - 0,0078S^2$$

$$R^2 = 0,7924$$



**Figura 8.** Peso da gema em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 11 são apresentados os valores médios de altura da gema, dos ovos de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 11.** Valores médios de altura da gema (A.Ge), em mm, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	A.Ge (mm)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25ª	17,76ab	16,30b	16,80a	16,40a
26ª	17,67ab	17,55a	17,17a	16,28a
27ª	18,69a	17,71a	17,81a	17,05a
28ª	17,43b	18,01a	17,78a	17,32a
29ª	12,28c	12,81c	12,12b	11,95b
30ª	7,22d	7,51d	7,14c	7,51c
31ª	7,10d	7,33d	6,78c	6,84c

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

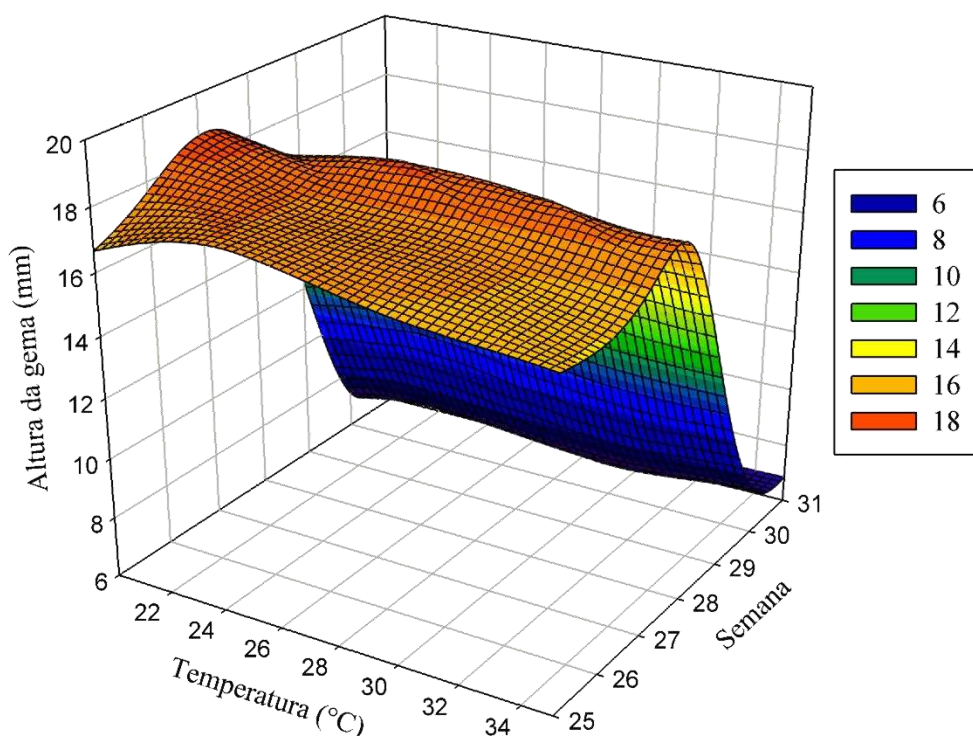
Na Figura 9, encontram-se ilustrados os valores de altura da gema em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Ocorreu ligeira redução nos valores de altura de gema com o aumento das condições térmicas ambientais. Esses resultados são semelhantes aqueles encontrados por Hanssan et al. (2018) ao verificarem que, em condições de estresse térmico cíclico, a altura da gema foi menor do que aquelas observadas em condição de termoneutralidade.

Observa-se, ainda, que os valores médios de altura da gema foram os mais elevados da 25ª até a 28ª semana, com forte declínio até a 31ª semana de vida das aves. Pesquisas em literatura não permitiram fazer inferência sobre este fato.

$$A.G = -319,4823 + 0,1339T + 24,5614S - 0,0034T^2 - 0,4740S^2$$

$$R^2 = 0,8993$$



**Figura 9.** Altura da gema em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 12 são apresentados os valores médios de índice de gema, dos ovos de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C, no qual permite observar que, de forma geral, os maiores valores de altura de gema foram encontrados na 27ª semana de vida das aves, com forte declínio até a 31ª semana.

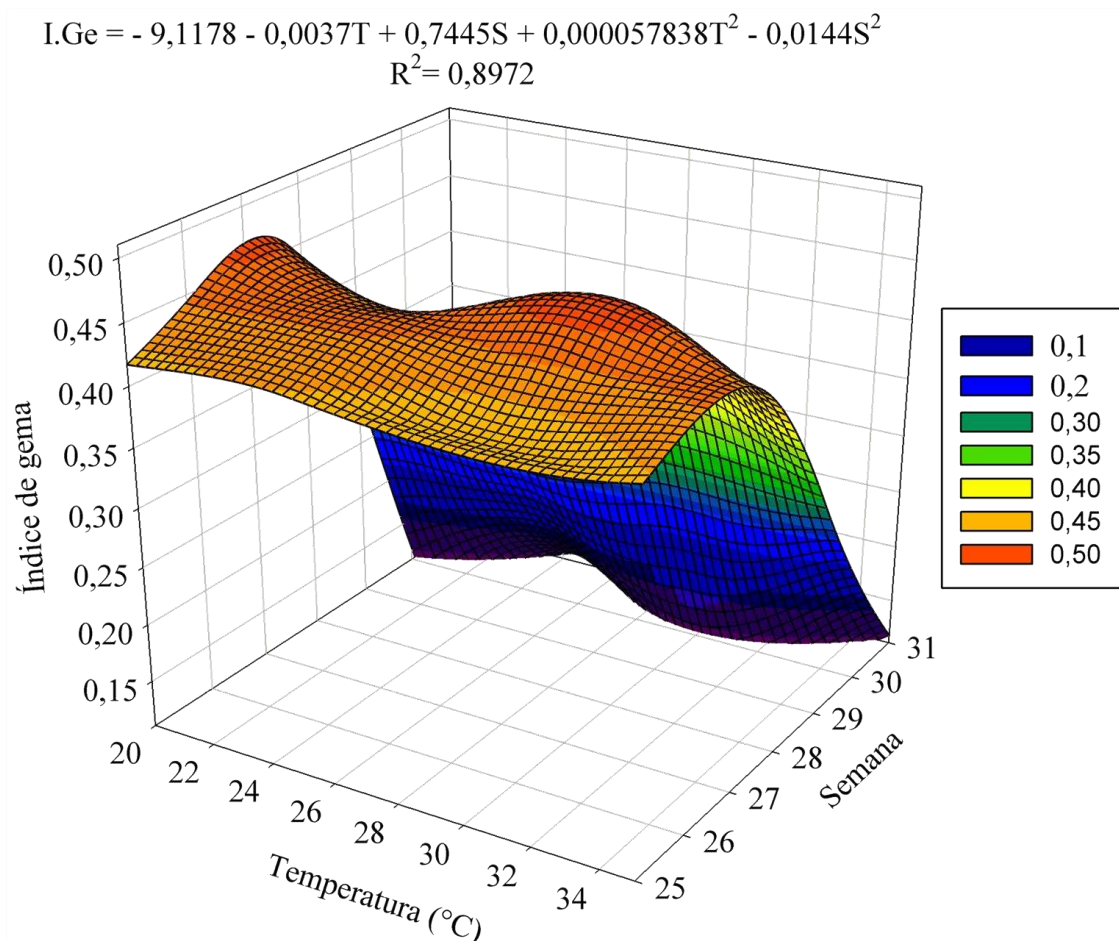
Observa-se, ainda, que as condições térmicas ambientais praticamente não interferiram neste parâmetro.

**Tabela 12.** Valores médios de índice de gema (I.Ge), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	I.Ge			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25ª	0,45ab	0,42a	0,43ab	0,42ab
26ª	0,44ab	0,43a	0,42b	0,40b
27ª	0,46a	0,44a	0,45a	0,44a
28ª	0,43b	0,42ab	0,44ab	0,44a
29ª	0,27c	0,25b	0,26c	0,29c
30ª	0,13d	0,12c	0,11d	0,13d
31ª	0,11d	0,11c	0,10d	0,12d

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 10, encontram-se ilustrados os valores de índice da gema, em função das condições térmicas diurnas, para cada semana de avaliação.



**Figura 10.** Índice da gema em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Observa-se na Figura 10 que, de forma semelhante, para a variável altura de gema, os maiores valores de índice de gema foram observados da 25ª até a 28ª semana de vida as aves,

com forte declínio até a 31ª semana. Observa, ainda, que de forma geral as condições térmicas ambientais não tiveram influência sobre esta variável.

Vercese (2010), Silva et al. (2017) e Hanssan et al. (2018), observaram redução dos índices de gema para aves expostas a altas temperaturas.

Na Tabela 13 são apresentados os valores médios de porcentagem de gema, dos ovos de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 13.** Valores médios de porcentagem de gema (%Ge), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	%GE (%)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	24,35a	25,19b	25,52ab	26,58a
26 <sup>a</sup>	25,93a	26,44b	24,29b	27,41a
27 <sup>a</sup>	25,47a	34,11a	25,76ab	26,58a
28 <sup>a</sup>	25,50a	26,04b	26,20ab	25,82a
29 <sup>a</sup>	25,09a	25,97b	25,92ab	25,91a
30 <sup>a</sup>	25,73a	26,13b	26,76a	25,70a
31 <sup>a</sup>	26,09a	27,44a	26,30ab	25,70a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para os dados de %Ge pode-se observar que, para as condições térmicas ambientais de 20°/20°C e 35°/20°C, não houve diferença significativa entre valores correspondentes a todas as semanas de vida das aves.

Para as condições de 20°/20°C e 35°/20°C os maiores valores foram observados nas duas últimas semanas do experimento.

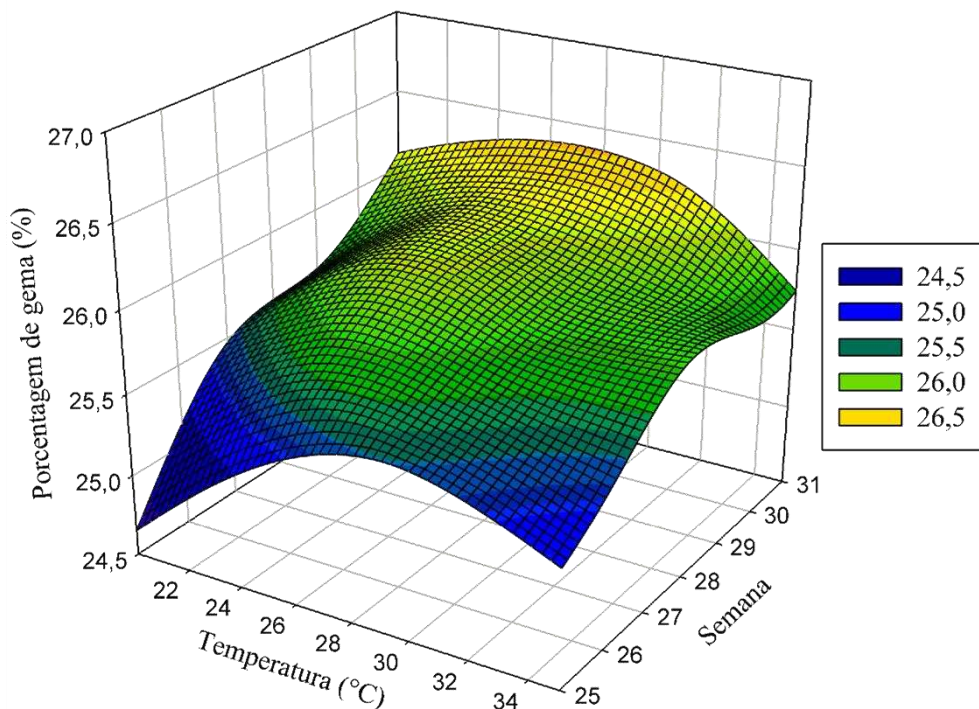
De forma semelhante, Silversides e Scott (2001) e Carvalho et al. (2007) também observaram aumento da porcentagem da gema com o avanço da idade das aves.

Na Figura 11, encontram-se ilustrados os valores de porcentagem da gema em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Observa-se, na Figura 11, que ocorreu uma tendência de maiores valores de porcentagem de gema para temperaturas diurnas entre 24° e 30°C. Esses resultados diferem dos verificados por Vercese (2010), Silva et al., (2017) e Hanssan et al. (2018) que verificaram redução do valor de porcentagem de gema a partir das condições de termoneutralidade.

$$\%Ge = 5,9830 + 0,3055T + 0,9496S - 0,0054T^2 - 0,0138S^2$$

$$R^2 = 0,4214$$



**Figura 11.** Porcentagem da gema em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras)

### 3.3.1.4. Peso, porcentagem e espessura da casca

Na Tabela 14 são apresentados os valores médios de peso de casca, dos ovos de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 14.** Valores médios de peso de casca (P.Casca), em g, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	P.Casca (g)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	6,35a	6,35a	6,29a	5,89a
26 <sup>a</sup>	6,52a	6,53a	6,27a	5,91a
27 <sup>a</sup>	6,41a	6,42a	6,20a	5,86a
28 <sup>a</sup>	6,55a	6,29a	6,19a	5,76a
29 <sup>a</sup>	6,51a	6,47a	6,33a	5,89a
30 <sup>a</sup>	6,51a	6,39a	6,22a	5,84a
31 <sup>a</sup>	6,28a	6,44a	6,34a	5,86a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

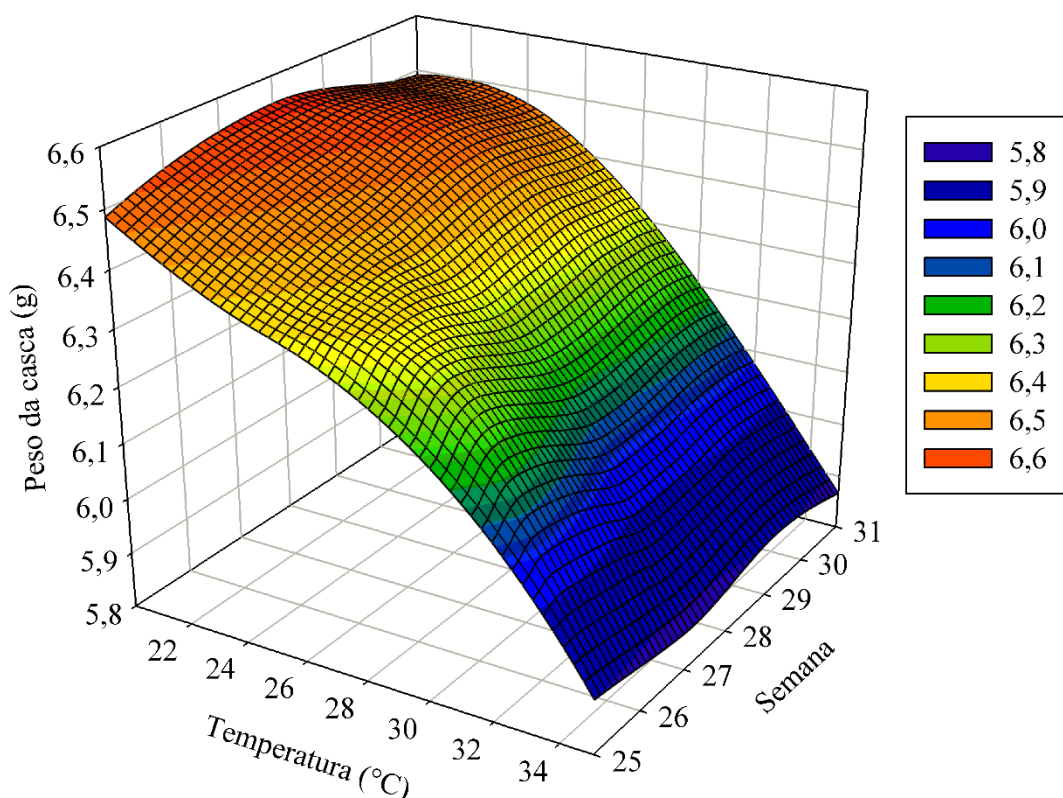
Para os dados médios de peso de casca, em todas as condições térmicas ambientais, não houve diferença significativa entre valores correspondentes as semanas.

Na Figura 12, encontram-se ilustrados os valores de peso da casca em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Observa-se na superfície de resposta que, ocorreu redução dos valores de peso da casca, com o aumento das condições térmicas ambientais, e que, os maiores valores de peso de casca foram observados para a condição térmica em torno de 20°/20°C, conforme visto na Figura 12. Observa-se ainda que as semanas de vida das aves não interferiram este parâmetro.

De maneira geral, houve redução do peso da casca de cerca de 9,1% da condição térmica de 20°/20°C para a de 35°/20°C. Resultados semelhante foram observados por Bozkurt et al. (2012), Ebeid et al. (2012) e Mack et al. (2013) que verificaram redução nos valores do peso da casca com o aumento da temperatura ambiental.

$$P.Casca = 3,9113 + 0,1644T + 0,0528S - 0,0037T^2 - 0,0010S^2$$
$$R^2 = 0,9159$$



**Figura 12.** Peso da casca em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 15 são apresentados os valores médios de porcentagem de casca, dos ovos de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

Com base na Tabela 15, considerando a 25<sup>a</sup> e 31<sup>a</sup> semana de vida das aves, observa-se que ocorreu redução de 9,8% na condição térmica de 20°/20°C, 7,7% na 25°/20°C, 7,5% na 30°/20°C e 3,4% na 35°/20°C dos valores de porcentagem de casca com o aumento da idade das aves.

**Tabela 15.** Valores médios de porcentagem de casca (%Casca), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	%Casca			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	10,89a	10,73a	10,93a	10,51a
26 <sup>a</sup>	10,82ab	10,71a	10,65ab	10,47ab
27 <sup>a</sup>	10,51abc	10,34ab	10,47bc	10,40ab
28 <sup>a</sup>	10,56abc	10,02bc	10,35bc	10,17ab
29 <sup>a</sup>	10,43bc	10,19bc	10,38bc	10,28ab
30 <sup>a</sup>	10,18cd	10,03bc	10,38bc	10,05b
31 <sup>a</sup>	9,82d	9,90c	10,11c	10,15ab

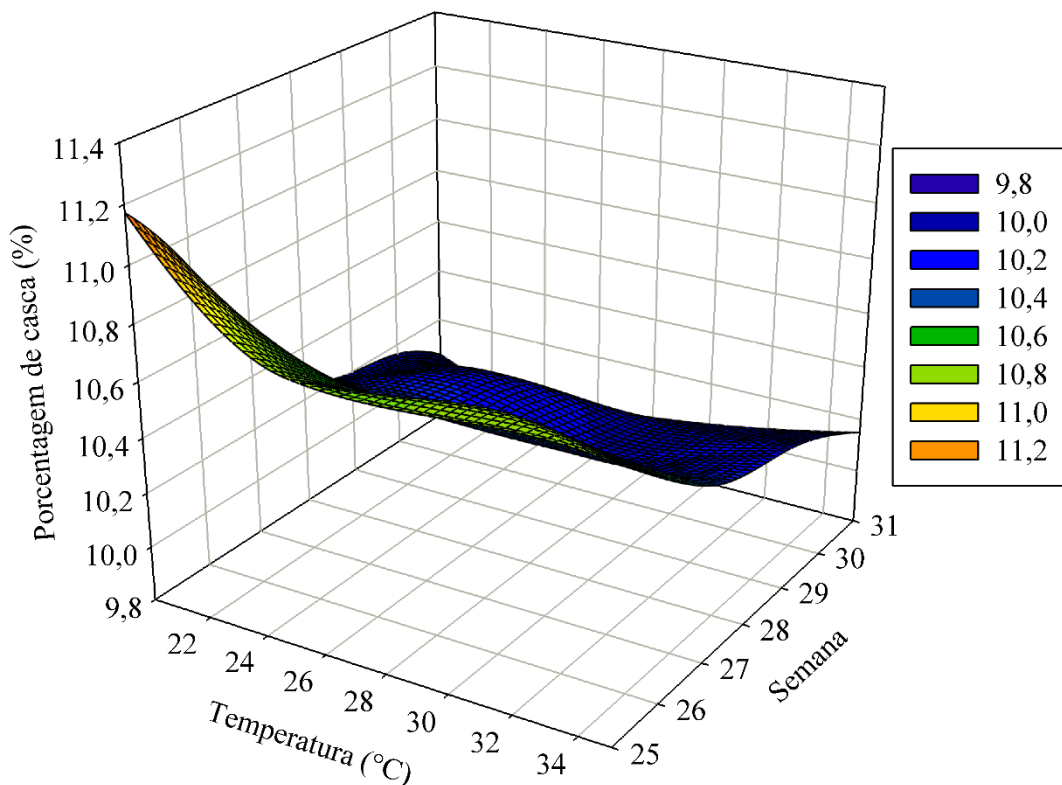
As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 13, encontram-se ilustrados os valores de porcentagem de casca em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Com base na Figura 13, verifica-se que ocorreu redução dos valores médios de porcentagem de casca com o aumento das semanas de vida das aves. Observa-se, ainda, que ocorreu ligeira redução dos valores de porcentagem de casca com o aumento das condições térmicas ambientais. Vale ressaltar que os mesmos valores foram observados para a condição térmica de 20°/20°C e 25<sup>a</sup> semana de vida das aves. Esses resultados são semelhantes aqueles encontrados por Ebeid et al. (2012) e Mack et al. (2013), os quais também observaram redução desses valores com a exposição das aves a altas temperaturas do ar.

$$\%Casca = 17,2365 + 0,0047T - 0,3738S - 0,000095460T^2 + 0,0045S^2$$

$$R^2 = 0,8650$$



**Figura 13.** Porcentagem de casca em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 16 são apresentados os valores médios de espessura de casca dos ovos de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 16.** Valores médios de espessura de casca (E.Casca), em mm, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

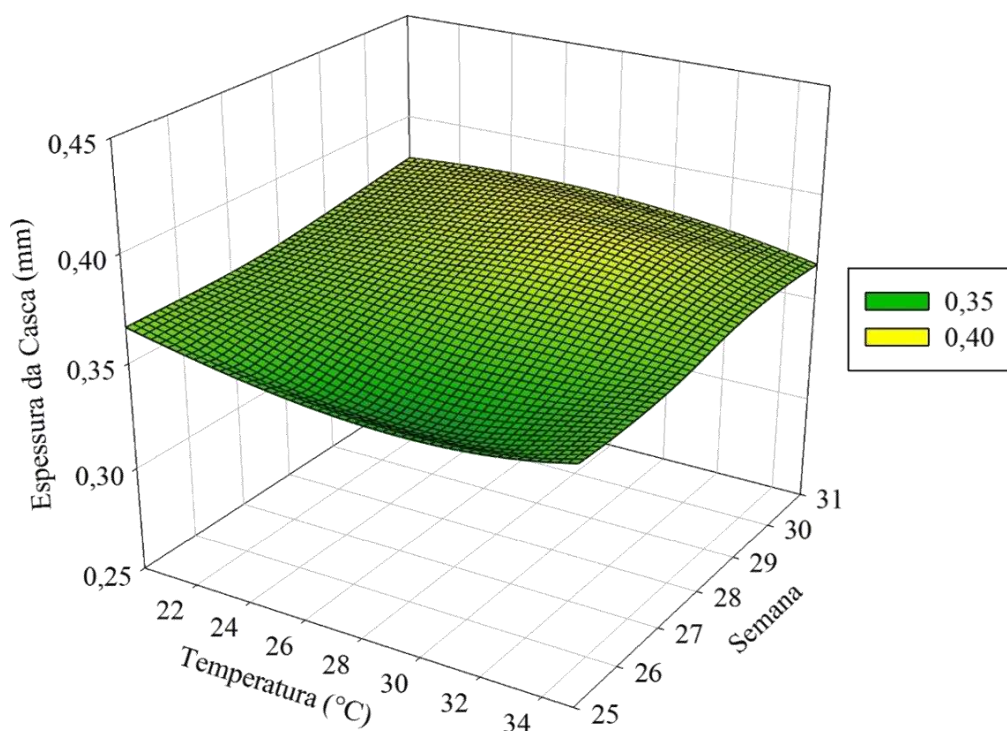
SEMANA	E.Casca (g)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	0,3667a	0,3738a	0,3916a	0,3595a
26 <sup>a</sup>	0,3684a	0,3578a	0,3473a	0,3785a
27 <sup>a</sup>	0,3578a	0,3627a	0,3372a	0,3812a
28 <sup>a</sup>	0,3684a	0,3853a	0,3836a	0,3638a
29 <sup>a</sup>	0,3715a	0,3553a	0,3791a	0,3650a
30 <sup>a</sup>	0,3761a	0,3808a	0,3723a	0,3763a
31 <sup>a</sup>	0,3784a	0,3894a	0,3847a	0,3668a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se, na Tabela 16, que não houve diferença significativa entre valores para os dados médios de espessura de casca, em todas as condições térmicas ambientais estudadas, correspondentes as distintas semanas de vida das aves.

Na Figura 14, encontram-se ilustrados os valores de espessura de casca de ovos de galinha poedeiras em função das condições térmicas diurnas, para cada semana de avaliação endidaentre a 25<sup>a</sup> e 31<sup>a</sup> semana de vida destas.

$$E.Casca = 1,6210 + 0,0023T - 0,0933S^2 - 0,000046T^2 + 0,0017S^2$$
$$R^2 = 0,2283$$



**Figura 14.** Espessura da casca em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras)

Observa-se que na superfície de resposta que, para qualquer condição térmica e qualquer idade das aves, não houve diferença significativa, sendo o valor médio de 0,37mm. Os resultados encontrados neste estudo diferem dos verificados por Vercese (2010), Bozkurt et al. (2012), Ebeid et al. (2012), que observaram redução da espessura da casca de ovos de poedeiras submetidas a estresse por calor. De mesma forma, Lin et al. (2004), observaram redução da espessura da casca do ovo e aumento da quebra dos mesmos em situações de estresse térmico.

O fato de, neste experimento, não ter havido diferenças na espessura de casca, possivelmente foi devido o fornecimento de ração formulada com teor de cálcio conforme recomendações de Rostagno et al. (2017) na fase de pré-postura, prática essa adotada

atualmente por grandes empresas com objetivo de melhorar a qualidade da casca dos ovos em todas as fases de produção das aves.

De acordo com Rostagno et al. (2017), rações de pré-postura promovem o benefício de preparar as frangas para postura, uniformizar o peso das aves, possibilitar maior uniformidade dos ovos para padronização do plantel e, assim, amenizar a sazonalidade térmica apresentada em boa parte do Brasil. A ração de pré-postura promove benefício de reduzir ou mitigar os efeitos do estresse por calor sobre esse aspecto.

### 3.3.1.5. Unidade de Haugh

Na Tabela 17 são apresentados os valores médios da unidade de Haugh, dos ovos de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 17.** Valores médios da unidade de Haugh (UH), dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	UH			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	96,54c	84,81e	86,90d	97,91e
26 <sup>a</sup>	96,42c	96,07c	97,25c	97,14c
27 <sup>a</sup>	87,59d	89,84d	87,22d	93,14cd
28 <sup>a</sup>	87,90d	87,96de	88,76d	89,98de
29 <sup>a</sup>	106,98b	107,16b	105,51b	105,65b
30 <sup>a</sup>	119,79a	121,35a	120,57a	119,79a
31 <sup>a</sup>	120,56a	121,35a	119,57a	118,62a

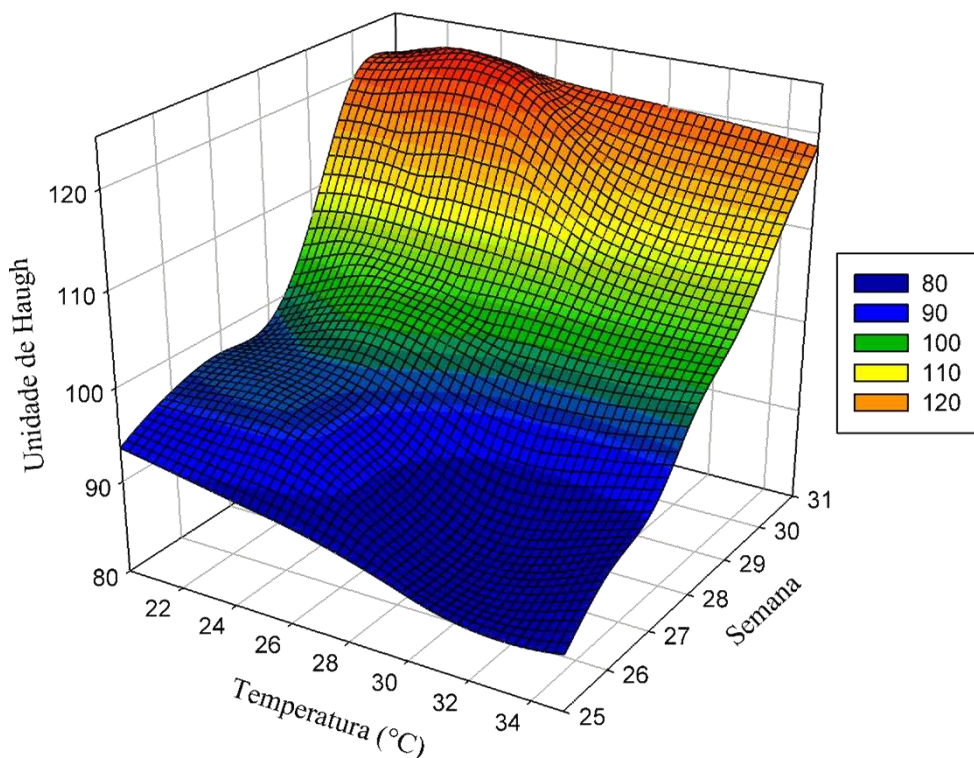
As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se, na Tabela 17, que ocorreu aumento da unidade de Haugh, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de 19,92% para 20°/20°C, 30,11% para 25°/20°C, 27,32% para 30°/35°C e 17,45% para 35°/20°C. Esses resultados diferem dos verificados por Ramos et al. (2010), Carvalho et al. (2007) e Silversides e Scott (2001) que observaram redução da UH com o aumento das semanas de vida das aves, evidenciando que a qualidade interna do ovo tende a piorar com o avanço da idade. Vale ressaltar que estes estudos foram feitos para aves com mais de 35 semanas.

Na Figura 15, encontram-se ilustrados os valores de unidade de Haugh em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

$$\text{Haugh} = 561,4819 - 1,6525T - 36,4032S + 0,0227T^2 + 0,7458S^2$$

$$R^2 = 0,9176$$



**Figura 15.** Unidade de Haugh em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras)

Com base na Figura 15 observa-se que, de forma geral, ocorreu redução de 4,3% dos valores de unidade de Haugh com o aumento das condições térmicas ambientais de 20°/20°C para 35°/20°C. Resultados semelhantes foram verificados por Kirunda et al. (2001), Vercese (2010), Bozkurt et al., (2012), Allahverdi et al., 2013 e Hanssan et al., (2018) que observaram redução na unidade Haugh dos ovos provenientes de aves expostas a altas temperaturas.

Observa-se ainda que, os maiores valores da unidade de Haugh se encontra em torno de 20°/20°C e 25°/20°C, quando considerado as semanas de avaliação.

Adicionalmente, de acordo com Silva (2004), ovos com Unidade de Haugh acima de 72 são considerados de excelente qualidade, mesmo porque tanto neste experimento com no do autor, as determinações foram feitas imediatamente, sem período de armazenamento.

### 3.3.1.6. Gravidade específica

Na Tabela 18 encontra apresentado o resumo da ANOVA dos valores de gravidade específica do ovo, de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para condições térmicas de

20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>.

Observa-se, na Tabela 18, que as condições térmicas ambientais, os níveis de energia metabolizável na ração e as semanas de vida das aves não influenciaram significativamente a variável de gravidade específica do ovo. Estes resultados diferem dos verificados por Oliveira et al. (2014), os quais observaram redução da gravidade específica dos ovos, quando as aves foram submetidas a temperatura de 32°C, quando comparada a de 20°C. Franco-Jimenez et al. (2007), também verificaram redução nos valores e gravidade específica dos ovos em galinhas submetida a altas temperaturas

**Tabela 18.** Resumo da análise de variância das variáveis: gravidade específica, dos ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	G.E
TEMP	3	1787,79267 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	12	1219,55080
NI	3	1193,12123 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	1366,66894 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	1257,04474
SEM	6	653,04678 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP	18	1184,13445 <sup>NS</sup>
SEM x NI	18	1382,41904 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP x NI	54	1281,05283 <sup>NS</sup>
Resíduo	288	1324,34554
CV(%) Parcela		3,8538
CV(%) Sub parcela		3,1483
CV(%) Subsubparcela		2,3292

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

### 3.4. CONCLUSÃO

Verificou-se que, ocorreu redução no valores de peso de ovo, gema e albúmen com o aumento da temperatura ambiental.

Também foi verificado redução nos parâmetros de volume e área do ovo, porcentagem e altura de albúmen, porcentagem de gema, peso e porcentagem de casca, com o aumento da temperatura ambiental.

Neste experimento não foi verificada diferença significativa nos valores de espessura de casca, possivelmente devido a utilização de uma ração de pré-postura formulada com teor de cálcio conforme recomendação de Rostagno.

Então para a maior parte dos parâmetros analisados, aves expostas a condição térmica de 25/20°C obtiveram ovos de melhor qualidade, quando comparadas aquelas alojadas em condição térmica de 20°/20°C, considerada pela literatura como sendo de conforto. As condições térmicas de 30°/20°C e 35°/20°C afetaram negativamente a qualidade dos ovos de galinhas na fase de pico de postura.

Foi possível, também, concluir que os níveis de energia metabolizável da ração oferecida a galinhas poedeiras com a idade de 25 a 35 semanas, não influenciaram os parâmetros de qualidade de ovo.

### 3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAHVERDI, A., FEIZI, A., TAKHTFOOLADI, H. A., NIKPIRAN, H. Effects of heat stress on acid-base imbalance, plasma calcium concentration, egg production and egg quality in commercial layers. **Global Veterinária**. v.10, n.2, p. 203-207, 2013.

BAÊTA, F. C., SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais – Conforto animal**. Viçosa, MG: UFV, 2a ed. P. 269, 2010.

BALNAVE, D., MUHEEREZA, S. K. Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. **Poultry Science**, v. 76, n. 4, p. 588-593, 1997.

BARBOSA FILHO, J. A. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2004. 123p. Dissertação Mestrado.

BATTISTI, D. S., NAYLOR, R. L. Historical warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. **Science**, v. 323, n. 5911, p. 240-244, 2009.

BORBUREMA, J. B., SOUZA, B. B., CEZAR, M. F., FILHO, J. M. P. Influência de fatores ambientais sobre a produção e composição físico-química do leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 15 - 19, 2013.

BOZKURT, M., KÜÇÜKYILMAZ, K., CATLI, A. U., ÇINAR, M., BINTAŞ, E., ÇÖVEN, F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. **Poultry science**, v. 91, n. 6, p. 1379-1386, 2012.

CANDIDO, M. G. L., TINÔCO, I. de F. F., PINTO, F. de A. de C., SANTOS, N. T., ROBERTI, R. P. Determination of thermal comfort zone for early-stage broilers. **Engenharia Agrícola**, 36(5), 760-767, 2016.

CARCALHO, L. S. S. Nutrição de poedeiras em clima quente. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.18, p.1-15, 2012.

CARVALHO, F.B., STRINGHINI, J.H., JARDIM FILHO, R.M. et al. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. *Revista Ciência Animal Brasileira*, v.8, p. 25-29, 2007.

CASSUCE, D. C., TINÔCO, I. D. F., BAÊTA, F. C., ZOLNIER, S., CECON, P. R., VIEIRA, M. D. F. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, v. 33, n. 1, p. 28-36, 2013.

CASTILHO, V. A. R., GARCIA, R. G., LIMA, N. D. S., NUNES, K. C., CALDARA, F. R., NÃÃS, I. A., BARRETO, B., JACOB, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, 9, 122-131, 2015.

COELHO, D. J. R., TINOCO, I. D. F., VIEIRA, M. D. F., MENDES, M. A. S A., FRANÇA, L. G. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 19, n. 10, 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Suínos e Aves - Relatório de Atividades 2017 < [https://issuu.com/embrapasuinoeaves/docs/relat\\_rio\\_de\\_atividades\\_2017/](https://issuu.com/embrapasuinoeaves/docs/relat_rio_de_atividades_2017/)> 22 de dezembro de 2018.

FRANCO-JIMENEZ, D.J., SCHEIDELER, S.E., KITTOK, R.J., BROWN-BRANDL, T.M., ROBESON, L.R., TAIRA, H., BECK, M.M. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 4, p. 628-634, 2007.

FURLAN, A. C., ANDREOTTI, M. O., MURAKAMI, A. E., SCAPINELLO, C., MOREIRA, I., FRAIHA, M., & CAVALIERI, F. L. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(6), 1147-1150, 1998.

GOMES, A.R.A., Litz, F. H., morais, H. R., oliveira, R. P., Nascimento, M. R. B. M. Estresse por calor na produção de frangos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 34, ed. 221, art. 1469, 2012.

HANSEN, J., R., R., SATO, M., LO, K. Global surface temperature change. **Reviews of Geophysics**, v. 48, n. 4, 2010.

HASSAN, M. R., RABBANI, M. A. G., SULTANA, S., SARKER, N. R. Effects of Strains and Temperature on Production Performance, Egg Qualities and Physiological Response of Laying Hens. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, 13, 253-262m 2018.

HASSAN, M. R., CHOE, H. S., JEONG, Y. D., HWANGBO, J., RYU, K. S. Effect of dietary energy and protein on the performance, egg quality, bone mineral density, blood properties and yolk fatty acid composition of organic laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 12, n. 1, p. e10, 2013.

KEENER, K.M., LACROSSE, J.D., BABSON, JK. Chemical method for determination of carbon dioxide content in egg yolk and egg albumen. **Poultry Science**, v.80, n.7, p.983-987, 2001.

KIRUNDA D.F., SCHEIDELER. S.E., MCKEE, S. R. The efficacy of vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. **Poultry Science**, v. 80, n. 9, p. 1378-1383, 2001.

LANA, S. R. V. LANA, G. R. Q., SALVADOR, E. de L., LANA, Â. M. Q., CUNHA, F. S. A., MARINHO, A. L. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 18, n. 1, p. 140-151, Mar. 2017.

LARA, L. J., ROSTAGNO, M. H. Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, v. 3, n. 2, p. 356-369, 2013.

LIN, H., MERTENS, K., KEMPS, B., GOVAERTS, T., KETELAERE, B., BAERDEMAEKER, J., DECUYPERE, E., BUYSE, J. New approach of testing the effect of heat stress on eggshell quality: mechanical and material properties of eggshell and membrane. **British poultry science**, v. 45, n. 4, p. 476-482, 2004.

LINHARES, A. S. F., SOARES, D.L., OLIVEIRA, N. C. T., SOUZA, B. B., DANTAS, N. L. B. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 27 - 33, abr - jun, 2015.

MACK, L. A., FELVER-GANT, J. N., DENNIS, R. L., CHENG, H. W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry science**, v. 92, n. 2, p. 285-294, 2013.

MASHALY, M. M., G. L. HENDRICKS, M. A. KALAMA, A. E. GEHAD, A. O. ABBAS, AND P. H. PATTERSON. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry science**, v. 83, n. 6, p. 889-894, 2004.

MELO, A. S., FERNANDES, R. T. V., MARINHO, J. B. M., ARRUDA, A. M. V., FIGUEIRÊDO, L. C., FERNANDES, R. T. V. Relação temperatura e nutrição sobre o desempenho de galinhas poedeiras. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia** v.10, n.11, p. 855-860, Nov. 2016.

MENEZES, P. C. D., LIMA, E. R. D., MEDEIROS, J. P. D., OLIVEIRA, W. N. K. D., EVÊNCIO-NETO, J. 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.

MILLER, P.C., SUNDE, M.L. Combination of restricted feeding and subsequent layer performance of growing pullets and subsequent layer performance. **Poultry Sci**, v. 54, p. 1631-1636, 1975.

MUIRURI, H. K., HARRISON, P. C. Effect of roost temperature on performance of chickens in hot ambient environments. **Poultry Science**, v. 70, n. 11, p. 2253-2258, 1991.

OBA, A., LOPES, P. C. F., BOIAGO, M. M., SILVA, A. M. S., MONTASSIER, H. J., SOUZA, P. A. D. R. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos

a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1186-1192, 2012.

ORDÓÑEZ, J. A. Ovos e produtos derivados. In: **Tecnologia de alimentos: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre:Artmed, 2005. p.269-279.

OLIVEIRA, D. L. D., DO NASCIMENTO, J. W., CAMERINI, N. L., SILVA, R. C., FURTADO, D. A., ARAUJO, T. G. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1186-1191, 2014.

OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., ABREU, M.L.T., FERREIRA, R.A., VAZ, R.G.M.V. E CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V 35: 797-803, 2006.

PEREIRA, D.F., VITORASSO, G., OLIVEIRA, S.C., KAKIMOTO, S.K., TOGASHI, C.K., SOARES, N.M. Correlations between thermal environment and egg quality of two layer commercial strains. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 10, n. 2, p. 81-88, 2008.

PERISSINOTTO, M., MOURA, D.J., CRUZ, V.F., SOUZA, S.R.L., LIMA, K.A.O., MENDES, A.S. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009.

PONCIANO, P. F., JUNIOR, T. Y., SCHIASSI, L. Sistema fuzzy para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 32, n. 3, p. 446-458, 2012.

QUINTEIRO-FILHO, W. M., GOMES, A. V. S., PINHEIRO, M. L., RIBEIRO, A., FERRAZDE-PAULA, V., ASTOLFI-FERREIRA, C. S., FERREIRA, A. J. P., PALERMONETO, J. Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with Salmonella Enteritidis. **Avian Pathology**, v. 41, n. 5, p. 421-427, 2012.

RAMOS, K. C. B. T., CAMARGO, A. M., DE OLIVEIRA, É. C. D., Cedro, T. M. M., MORENZ, M. J. F. Avaliação da idade da poedeira, da temperatura de armazenamento e do tipo embalagem sobre a qualidade de ovos comerciais. **Revista Ciências da Vida**, v. 30, n. 2, p.55-66, 2010.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F., LOPES, D.C. **Tabelas Brasileiras Para Aves E Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4º Edição. Viçosa: UFV. 448p, 2017.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SCHIASSI, L., YANAGI JUNIOR, T., FERRAZ, P. F., CAMPOS, A. T., SILVA, G. R., ABREU, L. H. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 35, n. 3, p.390-396, 2015.

SANTOS, M., TINOCO, I. F. F. , BARRETO, Sergio Luiz de Toledo , AMARAL, A. G. , PIRES, L. C. , FERREIRA, Aloízio Soares . Determinação de limites superiores da zona de

conforto térmico para codornas de corte aclimatadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 350-360, 2014.

SELYE, H. Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. **Can. Med. Assoc. J.**, 115, 53–56, 1976

SEVEGNANI, K.B., CAROR, I.W., PANDORFI, H., SILVA, I.J.O., MOURA, D.J. Zootecnia de precisão: Análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.1, p.115-119, 2005.

SILVA, R. C., NASCIMENTO, J. W. B., RODRIGUES, L. R., LEITE, P. G., SOBRINHO, T. G., FURTADO, D. A. Qualidade de ovos de codornas confinadas em ambiente termoneutro e de estresse térmico. **J Anim Behav Biometeorol** v.5, p 139-143, 2017.

SILVERSIDES, F.G., SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of heans. **Poultry Science**, v.80, n.1, p.1240-1245, 2001.

SOUSA, M. S., TINÔCO, I. F. F., BARRETO, S. L. T., AMARAL, A.G., PIRES, L.C., FERREIRA, A.S. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.2, p.350-360, 2014.

TANOR, M. A., LEESON, S., SUMMERS, J. D. Effect of heat stress and diet composition on performance of White Leghorn hens. **Poultry Science**, v. 63, n. 2, p. 304-310, 1984.

TRINDADE, J. L., NASCIMENTO, J. W. B., FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. v.11, n.6, p. 652-657, 2007.

TORKI, M., AKBARI, M., KAVIANI, K. Single and combined effects of zinc and cinnamon essential oil in diet on productive performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens reared under cold stress condition. **International journal of biometeorology**, v. 59, n. 9, p. 1169-1177, 2015.

VIEIRA, M. F. A., **Efeitos de duas condições climáticas, duas linhagens e dois sistemas de ventilação no desempenho produtivo de galinhas poedeiras alojadas em sistemas verticais de criação.** 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 1984-V657, 2015

WAN, X., JIANG, L., ZHONG, H., LU, Y., ZHANG, L., WANG, T. Effects of enzymatically treated *Artemisia annua* L. on growth performance and some blood parameters of broilers exposed to heat stress. **Animal Science Journal**, 2017.

## ANEXOS

**Tabela 19.** Resumo da análise de variância das variáveis: peso (P.Ovo) em (g) volume (V) em (cm<sup>3</sup>), área (S) em (cm<sup>2</sup>), de ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	P.Ovo	V.Ovo	S.Ovo
TEMP	3	670,7087**	9,5919**	190,7602**
Resíduo (a)	12	26,2823	0,9627	18,6675
NI	3	8,3332 <sup>NS</sup>	0,3654 <sup>NS</sup>	6,5103 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	11,3401 <sup>NS</sup>	0,3366 <sup>NS</sup>	7,0583 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	35,4376	0,7491	13,8613
SEM	6	150,3063**	2,2145**	41,8684**
SEM x TEMP	18	8,1014**	0,3783**	6,7074*
SEM x NI	18	3,2001 <sup>NS</sup>	0,2397 <sup>NS</sup>	4,5491 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP x NI	54	3,2028 <sup>NS</sup>	0,1925 <sup>NS</sup>	3,4978 <sup>NS</sup>
Resíduo	288	4,0327	0,2074	3,9733
CV(%) Parcela		42,9181	23,9564	22,9726
CV(%) Sub parcela		4,7839	4,6758	4,2439
CV(%) Subsubparcela		20,3171	11,5108	10,7624

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

**Tabela 20.** Resumo da análise de variância das variáveis: diâmetro (mm), altura (mm), peso, (g), índice e porcentagem (%) de gema, de ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20° e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	D.Ge	A.Ge	P.Ge	I.Ge	%Ge
TEMP	3	153,0564**	10,1217**	94,2607**	0,0019**	72,5743**
Resíduo (a)	12	7,5450	1,6354	8,0716	0,0010	17,8449
NI	3	2,2933 <sup>NS</sup>	3,7612 <sup>NS</sup>	0,3224 <sup>NS</sup>	0,0024 <sup>NS</sup>	1,3213 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	4,2784 <sup>NS</sup>	2,1766 <sup>NS</sup>	1,8047 <sup>NS</sup>	0,0009 <sup>NS</sup>	4,7612 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	8,4465	1,2526	2,9512	0,0009	4,1828
SEM	6	5720,012**	1506,710**	31,7523**	1,4720**	45,0665
SEM x TEMP	18	39,2545**	2,6608**	18,7233**	0,0023**	42,5255**
SEM x NI	18	1,8161 <sup>NS</sup>	1,3002**	0,7722 <sup>NS</sup>	0,0006 <sup>NS</sup>	2,7017 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP x NI	54	2,3855 <sup>NS</sup>	1,0927 <sup>NS</sup>	0,9427 <sup>NS</sup>	0,0005 <sup>NS</sup>	2,0565 <sup>NS</sup>
Resíduo	288	3,4808	1,1996	2,3017	0,0007	5,4969
CV(%) Parcela		26,5576	23,1682	61,4325	13,3848	32,5043
CV(%) Sub parcela		3,2508	14,1231	3,5928	14,7265	4,3858
CV(%) Subsubparcela		162,3535	282,6709	35,6550	372,5542	25,6139

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

**Tabela 21.** Resumo da análise de variância das variáveis: diâmetro (mm), altura (mm), peso, (g) e porcentagem (%) de albúmen, de ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	D.Alb	A.Alb	P.Alb	%Alb
TEMP	3	32,1285 <sup>ns</sup>	4,7711 <sup>**</sup>	242,5513 <sup>**</sup>	54,5427 <sup>*</sup>
Resíduo (a)	12	14,7483	1,1921	20,7517	18,7614
NI	3	23,4378 <sup>NS</sup>	1,0877 <sup>NS</sup>	4,4395 <sup>NS</sup>	1,8393 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	3,9917 <sup>NS</sup>	1,2851 <sup>NS</sup>	13,1172 <sup>NS</sup>	14,1385 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	9,5594	1,5712	19,5545	7,4447
SEM	6	9809,608 <sup>**</sup>	901,3142 <sup>**</sup>	75,9779 <sup>**</sup>	73,5108 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP	18	31,3480 <sup>**</sup>	4,4224 <sup>**</sup>	16,7922 <sup>**</sup>	47,3894 <sup>**</sup>
SEM x NI	18	3,7992 <sup>NS</sup>	1,0323 <sup>NS</sup>	2,7340 <sup>NS</sup>	4,1486 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP x NI	54	4,4599 <sup>NS</sup>	0,6801 <sup>NS</sup>	1,6816 <sup>NS</sup>	3,0991 <sup>NS</sup>
Resíduo	288	3,9989	1,1479	4,6148	8,4386
CV(%) Parcela		9,8358	19,3488	44,7955	12,8235
CV(%) Sub parcela		8,4009	9,2384	6,0604	2,3549
CV(%) Subsubparcela		171,8669	265,9394	25,0713	14,8872

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

**Tabela 22.** Resumo da análise de variância das variáveis: peso, (g), porcentagem (%) e espessura (mm) de casca e unidade de Haugh (UH), de ovos de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	P.Casca	%Casca	EspCas	Haugh
TEMP	3	8,1627 <sup>**</sup>	1,2018 <sup>**</sup>	1,2687 <sup>**</sup>	43,2674 <sup>**</sup>
Resíduo (a)	12	0,3992	0,5843	0,4043	22,6952
NI	3	0,1494 <sup>NS</sup>	0,1639 <sup>NS</sup>	0,1139 <sup>NS</sup>	6,2519 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	0,1694 <sup>NS</sup>	0,2422 <sup>NS</sup>	0,9949 <sup>NS</sup>	32,0592 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	0,3537	0,5881	0,8332	29,4488
SEM	6	0,1120 <sup>NS</sup>	4,6511 <sup>**</sup>	0,8622 <sup>NS</sup>	12980,14 <sup>**</sup>
SEM x TEMP	18	0,0832 <sup>NS</sup>	0,2909 <sup>**</sup>	0,7926 <sup>NS</sup>	93,4005 <sup>**</sup>
SEM x NI	18	0,0766 <sup>NS</sup>	0,1052 <sup>NS</sup>	0,6185 <sup>NS</sup>	8,9137 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP x NI	54	0,0902 <sup>NS</sup>	0,1733 <sup>NS</sup>	0,7612 <sup>NS</sup>	9,2440 <sup>NS</sup>
Resíduo	288	0,0742	0,1652	0,8334 <sup>NS</sup>	17,9488
CV(%) Parcela		45,7164	10,5654	242,1303	6,4761
CV(%) Sub parcela		6,1849	3,9018	72,5490	2,4617
CV(%) Subsubparcela		5,3551	20,7849	199,6060	112,1 694

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

### **3. CAPÍTULO III – INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEMPERATURAS E NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NA DIETA, NAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E TAMANHO DE ÓRGÃOS DE GALINHAS EM FASE DE PICO DE POSTURA**

#### **RESUMO**

Pesquisas indicam, conclusivamente, que o baixo desempenho, ou seja, a queda na produção e a baixa qualidade de ovos de galinhas criadas em ambientes de altas temperaturas está relacionado a uma interação complexa de baixa ingestão alimentar, mau funcionamento do sistema endócrino, desequilíbrio ácido-base e fraco funcionamento fisiológico dos órgãos e mecanismos relacionados com todo o processo de produção de ovos, via recrutamento e crescimento folicular, ovulação, formação de ovos e formação da casca (OGUNTUNJI e ALABI, 2010). Lara e Rostagno (2013) afirmam que uma das maneiras de se amenizar a queda de produtividade causada pelo estresse por calor é por meio da manipulação nutricional da dieta fornecida as aves, sendo que vários estudos têm sido realizados com propósito de oferecer os nutrientes essenciais à manutenção e produção das aves, mesmo quando estas, em resposta a adversidade ambiental, reduzem o consumo de alimentos. Objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar o desempenho produtivo de galinhas poedeiras na fase de pico de postura, submetidas, em câmaras climáticas, a quatro condições térmicas ambientais cíclicas e distintas, (20°/20°C), (25°/20°C), (30°/20°C) e (35°/20°C). Para cada condição térmica, as aves foram alimentadas com quatro níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900 e 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>). Foram avaliados os parâmetros de respostas fisiológicas (temperatura média corporal e de cloaca), peso e tamanho dos órgãos reprodutores (ovário e oviduto), dosagem de hormônio (T3 e T4). As condições térmicas ambientais influenciaram a temperatura média corporal, que foram maiores para as galinhas submetidas a condição de 30°/20°C e 35°/20°C. Resultados semelhantes foram verificados para os valores de temperatura de cloaca. Efeito contrário foi observado para os valores de peso do ovário e concentração de T3, que reduziram 18% e 43,8% com o aumento da temperatura de 20°/20°C para 35°/20°C. Os níveis de energia metabolizável na ração influenciaram os valores de peso de oviduto e concentração de T3 que, foram maiores para o nível de 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>. Com base na forma em que esta investigação foi realizada, pode-se concluir que, nas condições térmicas ambientais de 30°/20°C e 35°/20°C, as aves apresentam redução no metabolismo e perdas que afetam seu desempenho reprodutivo. Além disso, observou-se que quanto maior o nível de energia metabolizável na ração, mais preparada a ave está para expressar seu potencial produtivo.

## ABSTRACT

The birds have the ability to maintain the constant internal temperature varying between 40°C and 43°C, being therefore classified as homeothermic animals. The performance of the birds depends on the condition of the environment in which they are placed, which is why it must be managed in such a way as to avoid unfavorable results on the productive performance of the birds. The objective of this research was to evaluate the productive performance of laying hens in the peak posture stage (25th to 32nd weeks of age, phase in which they are most negatively affected by heat stress), submitted in four climatic chambers to four thermal conditions are cyclical and distinct, with 12 hours of exposure at each temperature indicated in each of the temperature pairs: (20°/20°C), presumed as slight cold stress in 100% of the day and night period, (25 ° / 20 ° C), presumably as a comfort in 50% of the day and night time, and (30°/20°C) and (35°/20°C) respectively for medium and marked heat stress during daytime period, followed by comfort at night time. For each thermal condition, the birds were fed four levels of metabolizable energy in the diet (2700, 2800, 2900 and 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>). The parameters of physiological responses (mean body and cloaca temperature) were evaluated, weight and size of the reproductive organs (ovary and oviduct), hormone dosage (T3 and T4). The environmental thermal conditions influenced the average body temperature, which were higher for chickens submitted to conditions of 30°/20°C and 35°/20°C. Similar results were verified for the sewer temperature values. Opposite effect was observed for ovary weight and T3 concentration, which decreased 18% and 43.8% with increasing temperature from 20°/20°C to 35°/20°C. The levels of metabolizable energy in the diet influenced the values of oviduct weight and T3 concentration, which were higher at the level of 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>. Based on the way this research was carried out, it can be concluded that, in the environmental thermal conditions of 30°/20°C and 35°/20°C, birds present a reduction in metabolism and losses that affect their reproductive performance. In addition, it was observed that the higher the level of metabolizable energy in the ration, the more prepared the bird is to express its productive potential.

### 3.6. INTRODUÇÃO

O êxito na produção intensiva de animais depende essencialmente do manejo apropriado do ambiente em que os mesmos estão inseridos, principalmente quando são incorporadas respostas fisiológicas dos animais a agentes estressores do ambiente, como, por exemplo, temperatura ambiente interferindo na resposta de temperatura corporal e produtividade (AERTS et al., 1996; LACEY et al., 2000).

Lara e Rostagno (2013) afirmam que uma das maneiras de se amenizar a queda de produtividade causada pelo estresse por calor é por meio da manipulação nutricional da dieta fornecida as aves, sendo que vários estudos têm sido realizados com propósito de oferecer os nutrientes essenciais à manutenção e produção das aves, mesmo quando estas, em resposta a adversidade ambiental, reduzem o consumo de alimentos

A partir das variáveis ambientais, como temperatura e umidade, as aves vão expressar comportamentos e ajustes fisiológicos adequados a aumentar, ao máximo, seu conforto. Isso é imprescindível para que atinjam seu ótimo desempenho produtivo. Dessa maneira, para que a produção seja cada vez mais satisfatória, deve-se entender como o nível de energia metabolizável da dieta ingerida intervém no organismo da ave e como outros fatores externos, como a temperatura ambiente, atuam em seu metabolismo. Obter resultados acerca do nível de energia metabolizável da dieta na performance de galinhas poedeiras e consequente interferência ao ambiente térmico é fundamental ao êxito do empreendimento avícola. Isto corrobora para a otimização do ciclo de produção e com o custo final, visto que as despesas com a alimentação das aves, dispense cerca de 60 a 70% do custo total de produção.

Nas aves, o estresse por calor causa redução na secreção de hormônio folículo estimulante (FSH), o que, como consequência, diminui o tamanho do ovo. Em condições de alta temperatura ambiente, ocorre que o fluxo sanguíneo das aves preferencialmente se dirija para a periferia do corpo, em detrimento da irrigação dos órgãos internos. Isto reduz a quantidade de cálcio levado à glândula da casca, bem como de aminoácidos ao magno. Desta forma, menor consumo de ração, menor secreção de FSH, menor depósito de aminoácidos no magno e menor quantidade de cálcio na glândula da casca promovem ovos de tamanho menor e com casca de pior qualidade (QUINTEIRO-FILHO, et al. 2012).

Altas temperaturas ambientais alteram a atividade do sistema neuroendócrino de aves, resultando na ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) e elevação das concentrações plasmáticas de corticosterona. A temperatura corporal e a atividade metabólica são reguladas pelos hormônios da tireóide, triiodotironina (T3) e tiroxina (T4), e seu equilíbrio.

Pesquisadores relatam sobre o aumento da concentração de corticosterona no plasma, e redução das concentrações de T3 em aves submetidas a condições de alta temperatura (QUINTEIRO-FILHO, et al. 2012, MACK, et al. 2013, WAN, et al. 2017).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes condições térmicas e níveis de energia metalizável na ração sobre as respostas fisiológicas (temperatura média corporal e de cloaca), peso e tamanho dos órgãos reprodutores (ovário e oviduto) e dosagem de hormônio (T3 e T4), de galinhas na fase de pico de postura.

### **3.7. MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi conduzido em quatro câmaras climáticas, de 2,5m x 3,5m x 2,5m, do Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), pertencente à área de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Cada câmara climática é equipada com condicionador de ar do tipo “split” quente/frio, um aquecedor de ar e umidificador (operados por um controlador eletrônico MT- 531 R i plus de temperatura e umidade). A ventilação aplicada no interior das câmaras climáticas foi obtida por meio de exaustores axiais, com acionamento automático, durante todo o período experimental, e foi controlada de forma a manter as temperaturas desejadas e a qualidade do ar dentro dos padrões

Foram utilizadas 264 galinhas da linhagem LOHMANN LSL, em fase de pico de postura (24<sup>a</sup> a 31<sup>a</sup> semanas de vida), todas elas provenientes de um mesmo lote e matrizeiro, com mesma idade e peso médio inicial de 1,359 kg ( $\pm 5\%$ ), criadas conjuntamente até a fase experimental, recebendo manejo e dieta alimentar de acordo com o praticado em granjas comerciais. Em cada uma das quatro câmaras climáticas foram alojadas, ao acaso, grupos de 64 galinhas, distribuídas em 08 gaiolas de 1,0m comprimento x 0,42m largura x 0,5m altura, com 8 aves em cada gaiola, ou seja, 4 aves em cada repartição, seguindo a densidade de aves praticada no Brasil.

Cada câmara climática possibilitou uma distinta temperatura ambiente, constituindo quatro diferentes tratamentos térmicos, ou seja, compreenderam quatro níveis de temperatura (20°C, 25°C, 30°C e 35°C) os quais foram aplicados no período de 7:00 às 19:00 horas (12 horas), seguidos de mais um período comum aos quatro tratamentos de 12 horas a 20°C (de 19:00 às 7:00 horas), buscando representar, com mais propriedade, a variação natural diurna de temperatura. A condição diurna de 20°C foi considerada de conforto térmico segundo

LOHMANN LSL- LITE (2016). Em todos os tratamentos, a umidade relativa do ar foi mantida entre 60 e 70%, considerada favorável as aves, mesmo em condições mais extremas de temperatura (TINÔCO, 2001).

Para cada condição térmica, as aves foram alimentadas com quatro níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>), recomendada por Rostagno et al. (2017), para galinhas poedeiras em fase de pico de postura, conforme Tabela 23.

**Tabela 23.** Composição das rações experimentais

Ingrediente	Nível de energia metabolizável (kcal.kg <sup>-1</sup> )			
	2700	2800	2900	3000
Milho Grão	263,652	277,955	264,684	284,126
Soja Farelo 45%	102,679	109,088	110,679	117,713
Trigo Farelo	77,334	52,359	53,755	24,088
Calcário	46,804	46,635	46,631	46,433
Fosfato Bicálcico	4,4095	4,732	4,7315	5,114
Óleo De Soja	0	4,247	14,3725	17,5
Sal Comum	2,522	2,524	2,5295	2,531
DI-Metionina	1,023	1,018	1,0335	1,0515
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5
Coxistac	0,275	0,275	0,275	0,275
L-Treonina	0,127	0,0875	0,2595	0,058
BHT	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina Hcl	0,125	0,029	0	0,061
L-Triptofano	0	0	0	0
TOTAL	500,00	500,00	500,00	500,00
<b>Composição Calculada</b>				
Energ. Met.Aves (Mcal.kg <sup>-1</sup> )	2700	2800	2900	3000
Ácido Linoleico (%)	1,4281	1,8638	2,8848	3,209
Arginina Dig.Aves (%)	0,9741	0,978	0,9817	0,9843
Arginina Total (%)	1,0434	1,0443	1,0481	1,0472
Cálcio (%)	3,9	3,9	3,9	3,9
Cloro (%)	0,3518	0,3514	0,3508	0,3505
Fenil. Dig.Aves (%)	0,6997	0,7138	0,7131	0,7291
Fenil. Total (%)	0,7725	0,7834	0,7828	0,7948
Fenil.+Tir.Dig.Aves (%)	1,1909	1,2169	1,2155	1,2448
Fenil.+Tir.Total (%)	1,3057	1,3267	1,3254	1,3488
Fosforo Disponível (%)	0,2910	0,291	0,291	0,291
Glicina + Serina Total (%)	1,4736	1,48	1,4808	1,4863
Histidina Dig. Aves (%)	0,3933	0,3967	0,3956	0,3994
Histidina Total (%)	0,4342	0,4347	0,4336	0,4339
Isoleucina Dig.Aves (%)	0,5781	0,5911	0,5918	0,6062
Isoleucina Total (%)	0,6551	0,665	0,666	0,6766
Leucina Dig.Aves (%)	1,2426	1,2727	1,261	1,2976

Leucina Total (%)	1,3614	1,3856	1,3745	1,4039
Lisina Dig.Aves (%)	0,72	0,72	0,72	0,7451
Lisina Total (%)	0,8097	0,806	0,806	0,8270
Met.+Cist.Dig.Aves (%)	0,652	0,6523	0,6524	0,6576
Met.+Cistina Total (%)	0,7291	0,725	0,725	0,7250
Metionina Dig.Aves (%)	0,4204	0,4217	0,4231	0,4295
Metionina Total (%)	0,4473	0,4465	0,4479	0,4519
Potássio (%)	0,688	0,6683	0,6693	0,6452
Proteína Bruta (%)	16,02	16,02	16,02	16,0200
Sódio (%)	0,218	0,218	0,218	0,2180
Treonina Dig.Aves (%)	0,545	0,5473	0,5773	0,5514
Treonina Total (%)	0,6383	0,637	0,6696	0,6370
Triptofano Dig.Aves (%)	0,1749	0,1742	0,1753	0,1741
Triptofano Total (%)	0,1981	0,1959	0,197	0,1940

<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico - kg do produto. Vit. A, 40.000.000 UI; Vit. D3, 8.000.000 UI; Vit. E, 100.000 UI; Vit. K3, 6.000,0 mg; Vit. B1 6.000,0 mg; Vit. B2 20.000,0 mg; Vit. B6, 12.000,0 mg; Vit. B12, 60.000,0 mg; Biotina, 320,0 mg; Ácido fólico, 2.800 mg; ácido Nicotínico 120.000,0 mg; Ácido Pantotênico, 40.000,0 mg; Se, 1.000,0 mg.

<sup>2</sup> Suplemento Mineral - kg do Produto. Mn, 150.000 mg; Zn, 100.000 mg; Fe, 100.000 mg; Cu, 16.000 mg e I, 1.500 mg.

As rações foram fornecidas a base de 100g por ave, já considerado o desperdício, conforme manual da linhagem LOHMANN LSL- LITE, (2016). A água foi fornecida “*ad libitum*”. Os comedouros foram do tipo calha que comporta 8 aves no total, ou seja 4 aves por divisória, e os bebedouros tipo *nipple*, que atende de 8 a 10 aves.

O programa de luz adotado foi de 8 horas de escuro e 16 horas de luz conforme manual da linhagem LOHMANN LSL- LITE, (2016), com lâmpada incandescente de 60W instalada no teto.

Foram avaliados os parâmetros temperatura superficial de crista (TC), da cabeça (TCA), dorso (TD), asa (TA) e pata (TP), para os quais foi utilizado o termômetro Testo 830 T1 – Infrared Thermometer. Já para a temperatura de cloaca (TCL) foi utilizado termômetro digital, marca Incoterm, o qual foi introduzido na cloaca das aves e mantido até a estabilização da temperatura.

Com base nos dados de temperatura de cada um dos pontos mencionados foi calculada a Temperatura Média da Pele (TMP) e Temperatura Média Corporal (TMC), de acordo com as equações (1) e (2) propostas por Richards (1971), considerando as temperaturas de superfície e temperatura de cloaca das aves.

$$\text{TMP}=0,03*\text{TC}+0,70*\text{TD}+0,12*\text{TA}+0,06*\text{TCA}+0,09*\text{TP} \quad (4)$$

Em que:

TMP = temperatura média da pele (°C);

TC = temperatura de crista (°C);

TD = temperatura do dorso (°C);

TA = temperatura da asa (°C);

TCA = temperatura da cabeça (°C);

TP = temperatura da pata (°C).

$$\text{TMC}=0,30*\text{TMP}+0,70*\text{TCL} \quad (5)$$

Em que:

TMC = Temperatura média corporal (°C);

TCL = temperatura cloaca (°C).

O registro das variáveis mencionadas foi realizado uma vez por semana, e foram utilizadas 2 aves por gaiola, com quatro repetições, sendo as aves selecionadas por amostragem, totalizando 8 aves para cada dieta. Na 31ª semana, foi amostrada uma ave de cada gaiola, totalizando 4 aves em cada nível de energia metabolizável, selecionadas por peso corporal médio da parcela. As aves foram sacrificadas por deslocamento cervical para retirada dos órgãos reprodutores (ovário e oviduto). Todos os órgãos foram pesados em balança de precisão 0,01 g e os dados de peso expressos em porcentagem do peso corporal. Todos os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFV, mediante protocolo nº 05/2017.

A determinação das concentrações dos hormônios tireoidianos (T3 e T4) foram realizadas a partir da coleta do sangue de 2 aves para cada dieta, com quatro repetições, totalizando assim 8 aves por tratamento, tendo sido realizadas ao final do experimento. Para padronização da ingestão de alimento as aves ficaram 6 horas em jejum, e posteriormente foi realizada a coleta na veia ulnar (asa) de 3 ml de sangue/ave, cujas amostras foram centrifugadas a 2000 rpm por 10 minutos e sendo o soro utilizado através de procedimentos de radioimunoensaio (RIA). Esse procedimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFV, mediante protocolo nº 73/2016.

Os parâmetros de respostas fisiológicas (temperatura média corporal e temperatura de cloaca), foram analisados no software SAEG (2007) - Sistema para Análises Estatísticas, versão

9.1, em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas quatro condições térmicas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C), nas subparcelas quatro níveis de energia metabolizável na dieta (2700, 2800, 2900 e 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>) e nas sub-subparcelas as semanas (25<sup>a</sup>, 26<sup>a</sup>, 27<sup>a</sup>, 28<sup>a</sup>, 29<sup>a</sup>, 30<sup>a</sup>, e 31<sup>a</sup> semana) em Delineamento Inteiramente Casualizado - D.I.C. com quatro repetições.

Os parâmetros de peso e tamanho dos órgãos reprodutores (ovário e oviduto) e dosagem de hormônios triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) foram analisados no software SAEG (2007) - Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1, em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas quatro condições térmicas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C) e nas subparcelas quatro níveis de energia metabolizável na dieta (2700, 2800, 2900 e 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>) em Delineamento Inteiramente Casualizado - D.I.C. com quatro repetições.

### 3.8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.8.1. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS

##### 3.8.1.1. Temperaturas superficiais

Na Tabela 24 estão apresentados os valores médios de temperatura de cloaca de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

Os valores de temperatura de cloaca, de forma geral, aumentaram 0,2% com o passar das semanas, com os maiores valores na 31<sup>a</sup> semana para a condição térmica de 20°/20°C e 30<sup>a</sup> semana para a condição 25°/20°C. Não ocorreram diferenças significativas nas condições de 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 24.** Valores médios de temperatura de Cloaca (TCL), em °C, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

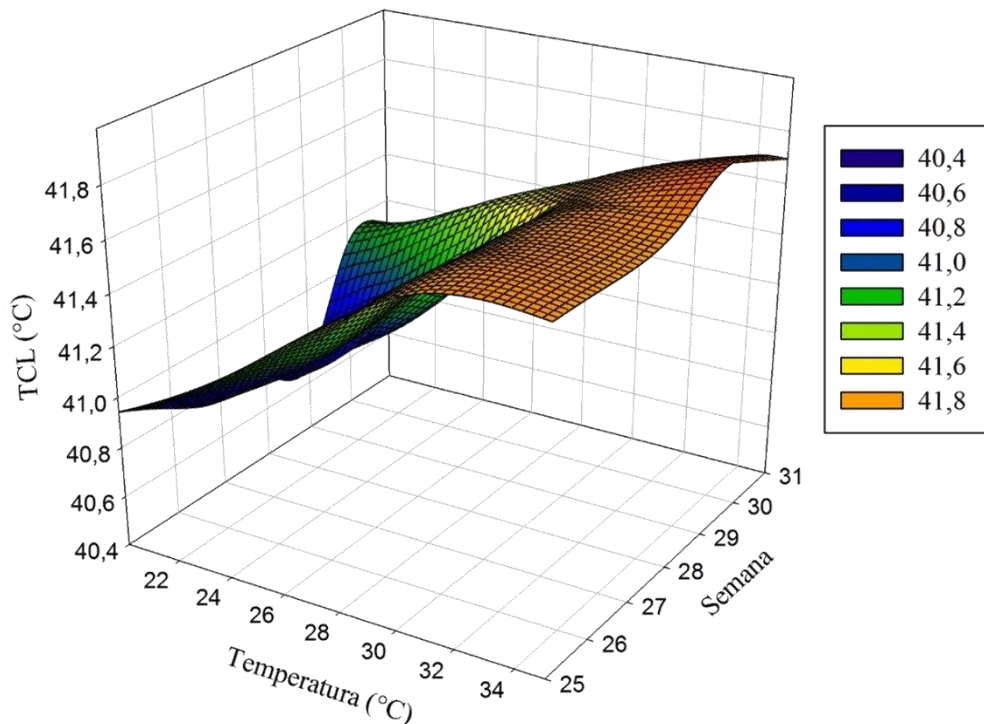
SEMANA	TCL (°C)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	40,88abc	41,07ab	41,63a	41,68a
26 <sup>a</sup>	40,78abc	41,01b	41,64a	41,69a
27 <sup>a</sup>	40,99ab	41,12ab	41,62a	41,67a
28 <sup>a</sup>	40,58c	40,90b	41,67a	41,71a
29 <sup>a</sup>	40,65bc	41,07ab	41,60a	41,81a
30 <sup>a</sup>	41,10a	41,37a	41,61a	41,79a
31 <sup>a</sup>	41,03a	41,03ab	41,48a	41,69a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 16, encontram-se ilustrados os valores de temperatura de cloaca em função das condições térmicas para cada semana de avaliação.

$$\text{TCL} = 39,4514 + 0,0692T - 0,0339S - 0,0004T^2 - 0,0007S^2$$

$$R^2 = 0,8908$$



**Figura 16.** Temperatura de cloaca em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Ocorreu aumento dos valores de temperatura de cloaca, com o aumento das condições térmicas, conforme visto na Figura 1. Observa-se, ainda, uma tendência de aumento de TCL, com o aumento das semanas de vida das aves.

O TCL é um dos principais parâmetros de referência de conforto e estresse em aves (pois representa a temperatura do núcleo corporal, resultante do armazenamento do calor metabólico), sendo que o aumento deste está diretamente relacionado a condições elevada de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente. Medeiros (2001) relata que aves submetidas a estresse por calor ficam agitadas, tem a temperatura de cloaca e a temperatura de pele aumentada.

Na Tabela 25 são apresentados os valores médios de temperatura média corporal de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida da ave, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 25.** Valores médios de temperatura média corporal (TMC), em °C, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

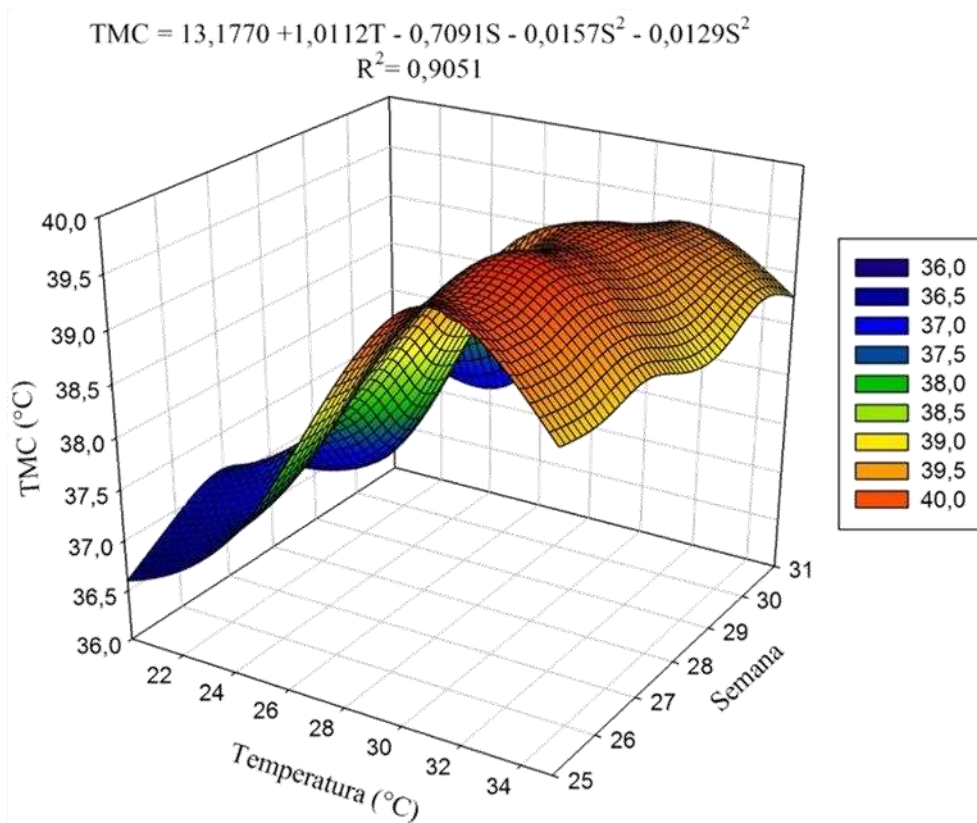
SEMANA	TMC (°C)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	36,82bcd	37,95bc	39,71ab	38,93a
26 <sup>a</sup>	36,52d	37,78c	39,67ab	38,89a
27 <sup>a</sup>	37,13ab	38,12b	39,76a	38,98a
28 <sup>a</sup>	35,91e	37,43d	39,56ab	38,78a
29 <sup>a</sup>	36,92bc	37,99bc	39,58ab	38,75a
30 <sup>a</sup>	36,75cd	38,60a	39,42bc	38,95a
31 <sup>a</sup>	37,25a	37,30d	39,19c	38,76a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ocorreu aumento dos valores de temperatura média corporal para as condições térmicas de 20°/20°C e 25°/20°C, sendo que o inverso foi verificado na condição térmica de 30°/20°C, e sem interação para a temperatura de 35°/20°C. Os maiores valores foram encontrados para a condição térmica de 35°/20°C.

Na Figura 17 encontram-se ilustrados os valores de temperatura média corporal de galinhas poedeiras com 24 a 31 semanas de idade, em função das condições térmicas, para cada semana de avaliação.

Os valores médios de temperatura corporal foram mais elevados para as condições térmicas de 30°/20°C e 35°/20°C. Ocorreu ligeiro aumento dos valores de TMC com o aumento da idade das aves.



**Figura 17.** Temperatura média corporal de galinhas poedeiras em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

### 3.8.2. ÓRGÃOS REPRODUTORES

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios de peso de ovário de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 26.** Valores médios de peso de ovário (em g), de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

TEMP	P.Ov (g)
20°/20°C	58,74a
25°/20°C	58,23ab
30°/20°C	48,60b
35°/20°C	48,16b

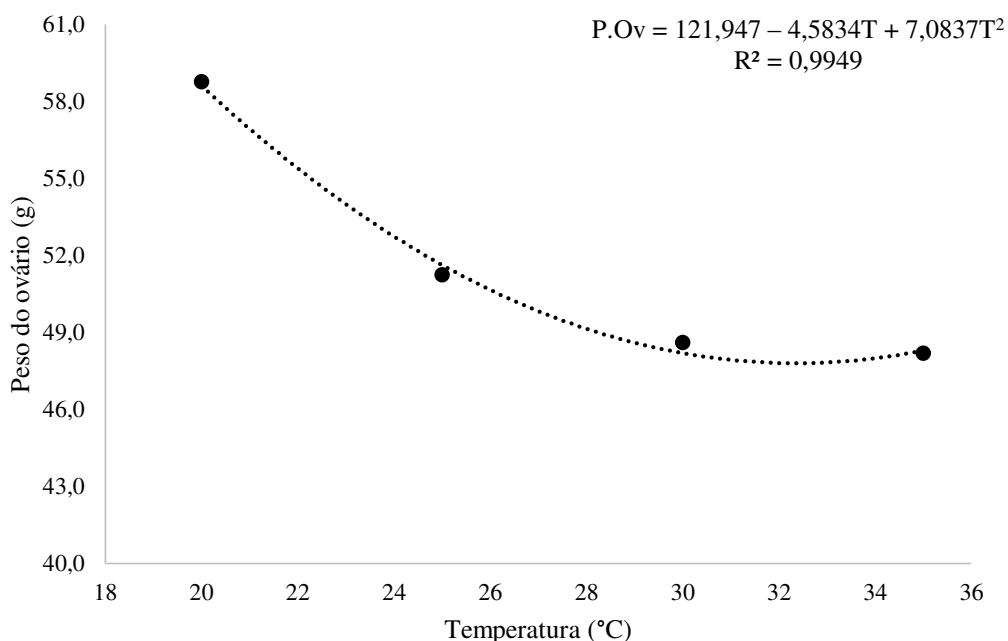
As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 18, encontram-se ilustrados os valores de peso do ovário de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade em função das condições térmicas.

Observa-se redução de 18% dos valores de peso de ovário para as aves mantidas na condição térmica de 35°/20°C quando comparadas a condição de 20°/20°C.

O ovário é o local onde o ovo começa a ser formado, e uma de suas principais funções é a produção de hormônios esteróides, essenciais para o crescimento e função do trato reprodutivo. Se este órgão tiver suas funções reprodutivas alteradas, seja pela ave estar sujeita a altas temperaturas ambientais ou a qualquer outro fator anormal, há redução na produção de ovos. Segundo Oliveira et al. (2006) a melhoria da produtividade das aves de postura é de grande importância na avicultura para obtenção de resultados econômicos favoráveis.

Estes resultados estão de acordo com o estudado por Rozemboim et al. (2007) que ao verificar redução da função ovariana indicada pelo declínio de esteroides gonadais no plasma sanguíneo, sugerindo então debilidade direta da função ovariana, relataram que essa possível redução na função ovariana ocorre pela redução do fluxo sanguíneo nos ovários ocasionando a mudança do fluxo para as extremidades, durante o estresse por calor.



**Figura 18.** Peso do ovário de galinhas poedeiras com 31 semanas de vida em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C)

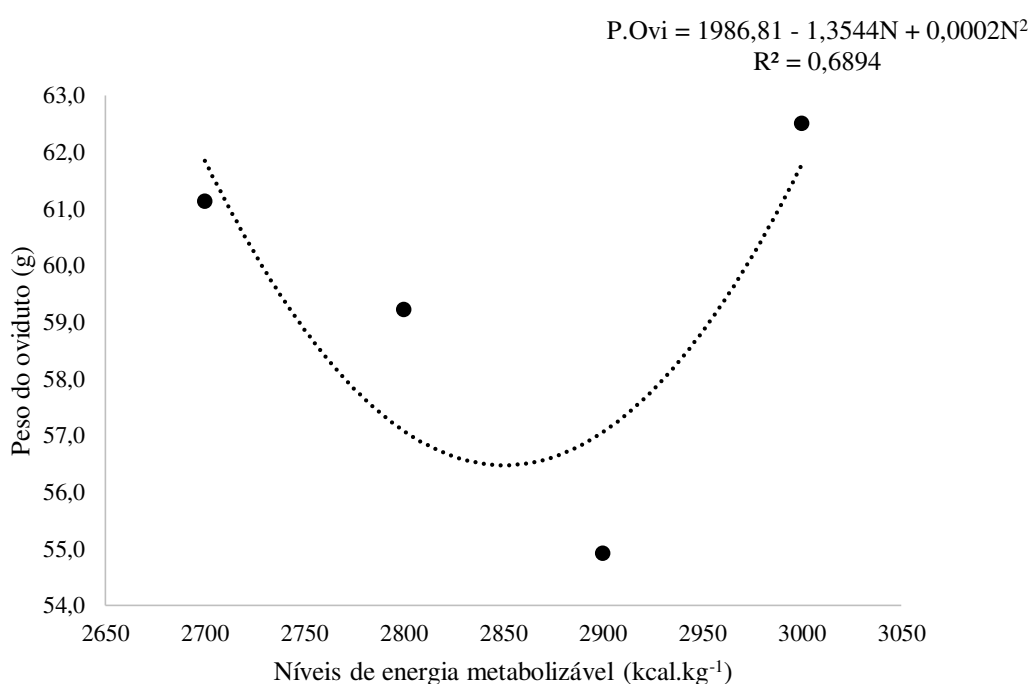
Na Tabela 27 são apresentados os valores médios de peso do oviduto para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 27.** Valores médios de peso do oviduto (em gramas) de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

NI (kcal.kg <sup>-1</sup> )	P.Ovi (g)
2700	61,13ab
2800	59,22ab
2900	54,92b
3000	62,51a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 4, encontram-se ilustrados os valores de peso do oviduto em função dos níveis de energia metabolizável na ração de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade.



**Figura 19.** Peso do oviduto de galinhas poedeiras com 31 semanas de vida, em função dos níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>)

O nível de energia metabolizável de 2900 kcal.kg<sup>-1</sup> propiciou o menor peso de oviduto. Já o maior peso de oviduto foi encontrado para galinhas alimentadas com ração contendo nível de 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>, resultando em aumento de 13,8%.

O oviduto é um tubo estreito que se estende do ovário até a cloaca, sendo um órgão que compõe o aparelho reprodutor das aves. A medida que o ovo é deslocado, algumas glândulas presentes no oviduto realizam a deposição de nutrientes no albúmen do ovo.

Estes resultados diferem dos verificados por Braz et al. (2011), que estudaram os efeitos dos níveis de fibra das rações oferecidas para as frangas na fase de 7 a 17 semanas de idade

sobre o desempenho, metabolização da energia da ração, desenvolvimento dos sistemas digestório e reprodutor de duas linhagens de poedeiras comerciais. Na avaliação do desenvolvimento dos órgãos do trato digestório e reprodutor das aves não foi observado efeito significativo.

### 3.8.3. HORMÔNIO

Na Tabela 28 encontra-se apresentado o resumo da ANOVA dos valores de tiroxina (T4), de galinhas poedeiras submetidas às condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 28.** Resumo da análise de variância das concentrações de: T3total, T4total e T3livre, em (ng.ml<sup>-1</sup>), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	T4 <sub>Total</sub> (ng.ml <sup>-1</sup> )
TEMP	3	0,0245 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	12	0,0536
NI	3	0,0177 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	0,0286 <sup>NS</sup>
Resíduo	33	0,0300
CV(%) Parcela		104,7401
CV(%) Sub parcela		60,7911

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

Observa-se, na Tabela 28, que as condições térmicas ambientais, os níveis de energia metabolizável na ração e as semanas de vida das aves não influenciaram significativamente os valores de T4.

Na Tabela 29 são apresentados os valores médios de concentração de triiodotironina (T3), para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

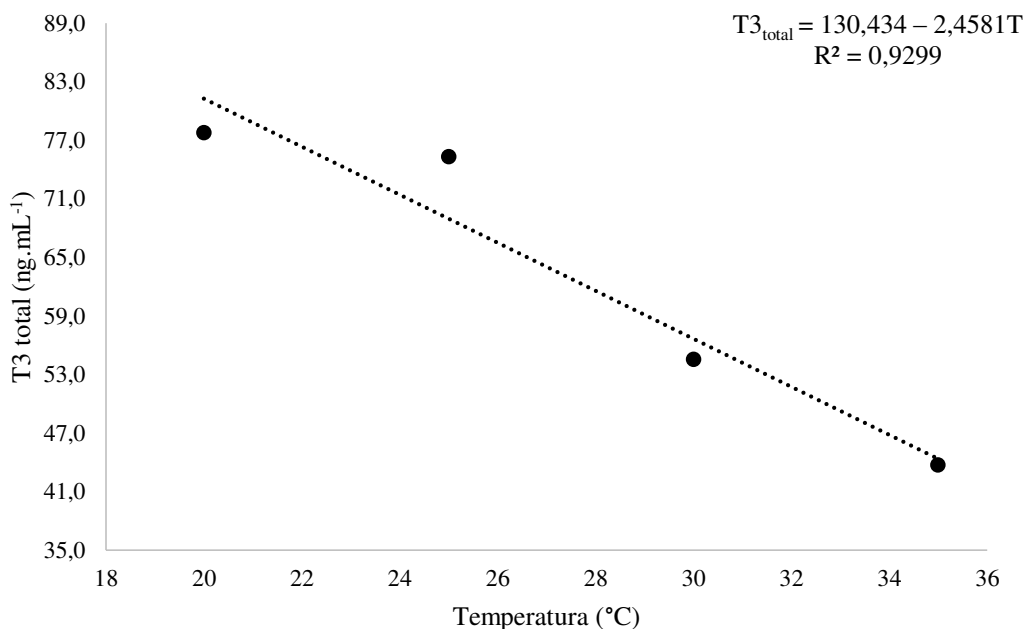
**Tabela 29.** Valores médios de concentração de T3 (em ng.ml<sup>-1</sup>), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, idade de 31 semanas, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

TEMP	T3 (ng.ml <sup>-1</sup> )
20°/20°C	77,781a
25°/20°C	75,28a
30°/20°C	54,56b
35°/20°C	43,71c

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 20, encontram-se ilustrados os valores de concentração de T3 em função das condições térmicas ambientais na ração de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade.

Observa-se que ocorreu redução de 43,8% da concentração de T3 com o aumento temperatura ambiental Estes resultados estão de acordo com os verificados por Lara e Rostagno (2013), Mack et al. (2013), Attia et al. (2016) e Wan et al. (2017), que também observaram redução das concentrações de T3 em aves submetidas a condições de alta temperatura.



**Figura 20.** Concentração de T3 de galinhas poedeiras com 31 semanas de vida em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C)

Na Tabela 30 são apresentados os valores médios de concentração de T3, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>.

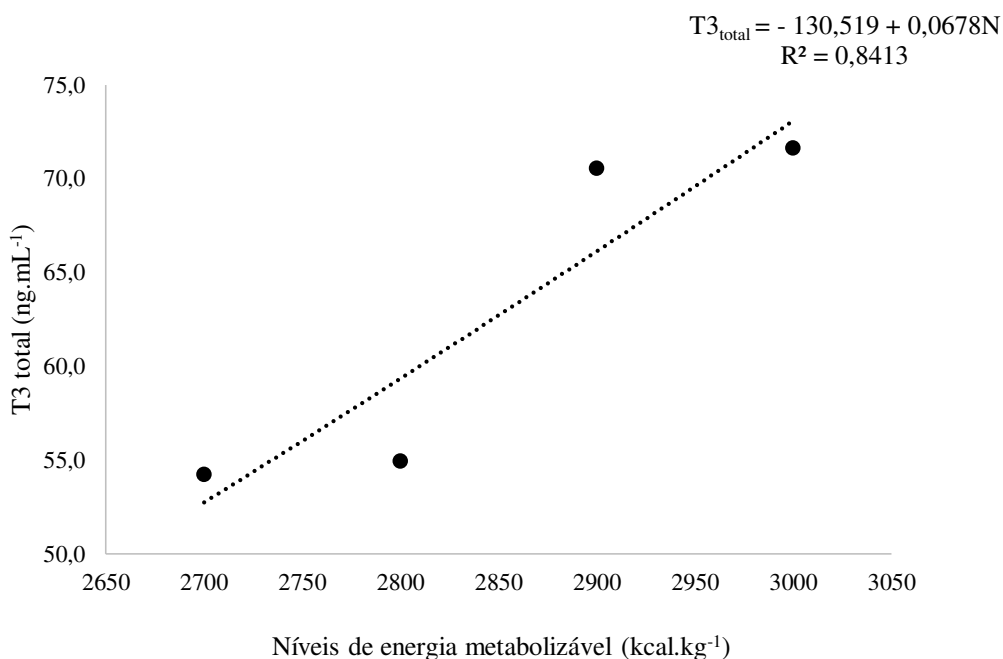
**Tabela 30.** Valores médios de concentração de triiodotironina (em ng.ml<sup>-1</sup>), de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

NI (kcal.kg <sup>-1</sup> )	T3 (ng.ml <sup>-1</sup> )
2700	54,21b
2800	54,93b
2900	70,56a
3000	71,62a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 21, encontram-se ilustrados os valores de T3 em função dos níveis de energia metabolizável na ração de galinhas poedeiras com 31 semanas de idade.

Ocorreu aumento de 32,1% da concentração de T3 com o aumento dos níveis de energia metabolizável na ração. Resultados semelhantes foram verificados por Moravej et al. (2006), que relataram aumento da concentração T3 com o aumento do nível de energia metabolizável da ração.



**Figura 21.** Concentração de triiodotironina de galinhas poedeiras com 31 semanas de vida, em função dos níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>)

### 3.9. CONCLUSÃO

Verificou-se que, ocorreu redução no valores de com o aumento da temperatura de cloaca e temperatura média corporal com o aumento da temperatura ambiental e com o passar das semanas de vida das aves.

Ocorreu redução de 18% nos valores de peso do ovário com o aumento da temperatura ambiental.

A concentração de hormônio T3<sub>Total</sub> reduziu em 43% com o aumento da temperatura ambiente, e o contrário foi observado para esse parâmetro em relação aos níveis de energia metabolizável, o qual verificou um aumento de 32,1%.

As condições térmicas ambientais influenciaram a temperatura média corporal, que foram maiores para as galinhas submetidas a condição de 30°/20°C e 35°/20°C, comparativamente àquelas expostas a 20°/20°C e 25°/20°C. Resultados semelhantes foram verificados para os valores de temperatura de cloaca. Efeito contrário foi observado para os valores de peso do ovário e concentração de T3, que reduziram com o aumento da temperatura.

Os níveis de energia metabolizável na ração influenciaram os valores de peso de oviduto e concentração de T3 que, foram maiores ao nível de 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>.

Com base na forma em que esta investigação foi realizada e pelos resultados obtidos, pode-se concluir que, nas condições térmicas ambientais de 30°/20°C e 35°/20°C, as aves apresentam redução no metabolismo e perdas que afetam seu desempenho reprodutivo. Além disso, observou-se que quanto maior o nível de energia metabolizável na ração, melhor a ave se apresenta para expressar seu potencial produtivo.

### 3.10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AERTS, J.M., BERCKMANS, D., SCHUMMANS, B. On-line measurement of bioresponses for climate control in animal production units. **In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE**, Michigan. Proceedings...St Joseph: American Society of Agricultural and Biological Engineering, 1996. 147-53p, 1996.

ALTAN, O., PABUÇCUOĞLU, A., ALTAN, A., KONYALIOĞLU, S., BAYRAKTAR, H. **Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers.** , v. 44, n. 4, p. 545-550, 2003.

APPLEBY, M.C., HUGHES, B.O., ELSON, H.A. **Poultry production systems: behavior, management and welfare.**Wallingford: CAB International, 1992. 238p.

ATTIA, Y. A., EL, A. E. H. E. A., ABEDALLA, A. A., BERIKA, M. A., AL-HARTHI, M. A., KUCUK, O., ... & ABOU-SHEHEMA, B. M. Laying performance, digestibility and plasma hormones in laying hens exposed to chronic heat stress as affected by betaine, vitamin C, and/or vitamin E supplementation. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 1619, 2016.

BARBOSA FILHO, JAD. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens.** 2004. 123p dissertação (mestrado em Agronomia), Universidade de São Paulo, Piracicaba –SP.

BARBOSA JAIMES, JONATHAN JOSE. **Níveis de energia e proteína na dieta de poedeiras semipesadas de 50 a 66 semanas de idade.** 2015. 68p dissertação (mestrado em Ciência Animal), Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages – SC.

FARIA, DE, JUNQUEIRA, OM, SOUZA, PA e TITTO, EAL. Desempenho, Temperatura Corporal e Qualidade dos Ovos de Poedeiras Alimentadas com Vitaminas D e C em Três Temperaturas Ambiente. **Rev. Bras. Cienc. Avic.** [online]., vol.3, n.1, pp.49-56, 2001.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL – FAWC. **Five Freedoms.** Disponível em: <http://www.fawc.org.uk/freedoms.html>.

LACEY, B., HAMRITA, T.K., MCCLENDON, R. **Feasibility of using neural networks for a real-time prediction of poultry deep body temperature responses to stressful changes in ambient temperature.** Applied Engineering in Agriculture, St Joseph, v.16, n.3, p.303-8, 2000.

LARA, L., & ROSTAGNO, M. Impact of heat stress on poultry production. **Animals**, v. 3, n.

2, p. 356-369, 2013

LOHMANN LSL- LITE, **Management Guide Cage Housing**, 2016.

MACK, L. A., FELVER-GANT, J. N., DENNIS, R. L., & CHENG, H. W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry science**, v. 92, n. 2, p. 285-294, 2013.

MACARI, M., FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. In: SILVA, I.J.O. (Ed). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, v.1, p.31- 87, 2001.

MARCHINI, C.F.P., SILVA, P.L., NASCIMENTO, M.R.B.M, TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p. 41- 46, 2007.

MEDEIROS, C. M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. Viçosa: UFV, 2001. 125p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

MORAVEJ, H., KHAZALI, H., SHIVAZAD, M., & MEHRABANI-YEGANEH, H. Plasma concentrations of thyroid hormone and growth hormone in lohmann male broilers fed on different dietary energy and protein levels. **Int J Poult Sci**, v. 5, n. 5, p. 457-5, 2006.

OLIVEIRA, V. M., TAKATA, F. N., MEDEIROS, J. P, BARATELLA-EVÊNIO, L., SIMÕES, M. J., EVÊNIO-NETO, J. Desempenho e Qualidade de ovos de galinhas domésticas (*Gallusgallus*) em fase inicial de produção. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 68, p. 196, 2006.

QUINTEIRO-FILHO, W. M., GOMES, A. V. S., PINHEIRO, M. L., RIBEIRO, A., FERRAZDE-PAULA, V., ASTOLFI-FERREIRA, C. S., FERREIRA, A. J. P., PALERMO-NETO, J. Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with *Salmonella Enteritidis*. **Avian Pathology**, v. 41, n. 5, p. 421-427, 2012.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F., LOPES, D.C. **Tabelas Brasileiras Para Aves E Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4<sup>o</sup> Edição. Viçosa: UFV. 448p, 2017.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SCHIASSI, L., YANAGI JUNIOR, T., FERRAZ, P. F., CAMPOS, A. T., SILVA, G. R., ABREUROZENBOIM, I., TAKO, E., GAL-GARBER, O., PROUDMAN, J. A. & UNI, Z. (2007). The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. **Poultry Science**, 86, 1760-1765.

SEVEGNANI, K. B., CARO, I. W., PADORFI, H., SILVA, I. J. O., MOURA, D. J. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 115-119, 2005.

SILVA, R G. **Introdução à bioclimatologia animal**. 2nd ed. São Paulo: Nobel, 2000.286p.

TAUSON, R. Management and housing systems for layers-effects on welfare and production. **World's Poultry Science Journal**, v.61, p.477-490, 2005.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, p.1-26, 2001.

V.A.R. Castilho, R.G. Garcia, N.D.S. Lima, K.C. Nunes, F.R.Caldara, I.A. Nääs, B. Barreto, F.G. Jacob. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento/welfare of laying hens in different densities of housing. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 2, p. 122-131, 2015.

WAN, X., JIANG, L., ZHONG, H., LU, Y., ZHANG, L., & WANG, T. Effects of enzymatically treated *Artemisia annua* L. on growth performance and some blood parameters of broilers exposed to heat stress. **Animal Science Journal**, v. 88, n. 8, p. 1239-1246, 2017.

WELKER, J.S., ROSA, A.P., MOURA, D.J., MACHADO, L.P., CATELAN, F., UTTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1463-1467, 2008.

YAHAV, S., SHINDER, D., TANNY, J.; COHEN, S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v.61, n.3, p.419-434, 2005.

## ANEXOS

**Tabela 31.** Resumo da análise de variância das variáveis: peso de proventrículo (P.P), de ovário (P.Ov), de oviduto (P.Ovi), em (g), e tamanho de oviduto (TOV), em em (m), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	TCL	TMC
TEMP	3	19,1956 <sup>**</sup>	165,8030 <sup>**</sup>
Resíduo (a)	12	0,4742	46,2574
NI	3	0,1201 <sup>NS</sup>	44,2276 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	0,0672 <sup>NS</sup>	45,2935 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	0,2215	43,6140
SEM	6	0,3789 <sup>**</sup>	2,4784 <sup>**</sup>
SEM x TEMP	18	0,2228 <sup>*</sup>	1,4934 <sup>**</sup>
SEM x NI	18	0,0882 <sup>NS</sup>	0,0657 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP x NI	54	0,1065 <sup>NS</sup>	0,0774 <sup>NS</sup>
Resíduo	288	0,1177	0,0901
CV(%) Parcela		12,6774	4,3136
CV(%) Sub parcela		6,5476	0,3413
CV(%) Subsubparcela		1,5500	0,6061

<sup>\*\*</sup>F significativo 1%

<sup>\*</sup>F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

**Tabela 32.** Resumo da análise de variância das variáveis: peso de proventrículo (P.P), de ovário (P.Ov), de oviduto (P.Ovi), em (g), e tamanho de oviduto (TOV), em em (m), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	P.P	P.Ov	P.Ovi	T.Ovi
TEMP	3	69,9659 <sup>NS</sup>	383,7952 <sup>**</sup>	156,9899 <sup>NS</sup>	0,0066 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	12	64,5653	68,8979	83,3150	0,0045
NI	3	69,1127 <sup>NS</sup>	136,5842 <sup>NS</sup>	174,6999 <sup>*</sup>	0,0036 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	69,9963 <sup>NS</sup>	68,3209 <sup>NS</sup>	53,9354 <sup>NS</sup>	0,0058 <sup>NS</sup>
Resíduo	33	61,8396	128,7989	56,5086	0,0057
CV(%) Parcela		93,1124	37,9026	21,0765	29,5187
CV(%) Sub parcela		92,5429	22,6110	22,2336	21,5175

<sup>\*\*</sup>F significativo 1%

<sup>\*</sup>F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

**Tabela 33.** Resumo da análise de variância das concentrações de: T3<sub>total</sub>, T4<sub>total</sub> e T3<sub>livre</sub>, em (ng.ml<sup>-1</sup>), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	T3 <sub>Total</sub>	T3 <sub>Livre</sub>	T4 <sub>Total</sub>
TEMP	3	4331,546**	2,6424 <sup>NS</sup>	0,0245 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	12	54,5377	2,1241	0,0536
NI	3	1459,139**	1,8752 <sup>NS</sup>	0,0177 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	208,7817 <sup>NS</sup>	2,8811 <sup>NS</sup>	0,0286 <sup>NS</sup>
Resíduo	33	212,1662	2,3743	0,0300
CV(%) Parcela		234,1167	10,0125	104,7401
CV(%) Sub parcela		236,0338	8,5103	60,7911

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

#### **4. CAPÍTULO IV – INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEMPERATURAS E NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NA RAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO DE GALINHAS EM FASE DE PICO DE POSTURA**

##### **RESUMO**

O controle do ambiente no qual as galinhas poedeiras estão inseridas é um dos principais fatores para garantir o seu bem-estar, visando maior produtividade e qualidade do produto final. O fato é que o estresse térmico gerado na ave provoca uma série de consequências diretamente ligadas à queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar o desempenho produtivo de galinhas poedeiras na fase de pico de postura submetidas, em câmaras climáticas, a quatro condições térmicas ambientais cíclicas e distintas, (20°/20°C), (25°/20°C), (30°/20°C) e (35°/20°C). Para cada condição térmica, as aves foram alimentadas com quatro níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900 e 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>). Foram avaliados os parâmetros de desempenho produtivo (consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovo, conversão alimentar por massa de ovos, peso corporal, viabilidade e porcentagem de ovos). As condições térmicas ambientais influenciaram o consumo de ração, conversão alimentar, peso corporal, viabilidade e porcentagem de ovos, observando redução desses valores com o aumento das condições térmicas de 20°/20°C para 35°/20°C. Os níveis de energia metabolizável influenciaram apenas o parâmetro de peso corporal, sendo verificado o aumento desses valores com o aumento dos níveis de energia na dieta. Com base na forma em que a pesquisa foi realizada, pode-se concluir que, com a elevação da temperatura ambiente para valores superiores a faixa de conforto térmico, as galinhas poedeiras apresentaram redução no metabolismo e perdas que afetaram o seu desempenho produtivo.

## ABSTRACT

The control of the environment in which the animal is inserted is one of the main factors to guarantee the well-being, aiming at greater productivity and quality of the final product. Since the thermal stress generated in the animal causes a series of consequences directly related to the fall in feed consumption, lower growth rate, higher water consumption, accelerated heart rate, altered feed conversion, drop in egg production and higher incidence of eggs with bark. The objective of this research was to evaluate the productive performance of laying hens in the peak posture stage (25th to 32nd weeks of age, phase in which they are most negatively affected by heat stress), submitted in four climatic chambers to four thermal conditions: cyclical and distinct, with 12 hours of exposure at each temperature indicated in each of the temperature pairs: (20°/20°C), presumed as slight cold stress in 100% of the day and night period; (25°/20°C), presumably as a comfort in 50% of the day and night time, and (30°/20°C) and (35°/20°C) respectively for medium and marked heat stress during daytime period, followed by comfort at night time. For each thermal condition, the birds were fed four levels of metabolizable energy in the diet (2700, 2800, 2900 and 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>). The parameters of productive performance (feed intake, feed conversion per dozen of eggs, feed conversion by egg mass, body weight, weight gain, viability and percentage of eggs) were evaluated. Environmental thermal conditions influenced feed intake, feed conversion, body weight, weight gain, viability and percentage of eggs, observing a reduction of these values with the increase of the thermal conditions from 20°/20°C to 35°/20°C. The metabolizable energy levels only influenced the parameter of body weight, being verified the increase of these values with the increase of energy levels in the diet. Based on the way in which the research was carried out, it can be concluded that, with the increase in environmental thermal conditions, the hens presented a reduction in metabolism and losses that affected their productive performance.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

Altas temperaturas, principalmente associadas a elevados valores de umidade relativa do ar ambiente, influenciam negativamente o desempenho de galinhas poedeiras, visto que apresentam dificuldade de dissipar o excedente de calor corporal para o ambiente e, conseqüentemente, sofrerão queda na produção. O estresse causa uma série de reações, tanto fisiológicas quanto comportamentais, sendo a principal delas, a redução do consumo de ração, no sentido de evitar a produção de calor metabólico gerado através da digestão do alimento. Com isto, ocorre queda na produção e redução dos nutrientes disponibilizados para o metabolismo afetando, assim, o peso do ovo e qualidade da casca (GUIMARÃES et al., 2014).

O controle do ambiente no qual o animal está inserido é um dos principais recursos para garantir o bem-estar, visando maior produtividade e qualidade do produto final, uma vez que o estresse térmico gerado no animal provoca uma série de conseqüências diretamente ligadas à queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole (TINÔCO, 2001; TINÔCO et al., 2004; SILVA et al., 2005; JÁCOME et al., 2007).

Oliveira et al. (2014) avaliaram o desempenho e a qualidade dos ovos de aves poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas em ambiente controlado, alojadas em câmara climática sob três temperaturas: 20, 26 e 32 °C e umidade relativa do ar de 60%, e verificaram que, em ambiente com temperatura de 20° e 26°C, as aves apresentaram desempenho produtivo adequado, compatível ao esperado para aves submetidas a condições de conforto térmico. Sob temperatura ambiente de 32°C, considerada acima da zona de conforto térmico para aves adultas, estas apresentaram evidências de estresse térmico, com aumento da ingestão de água, redução no consumo de ração, redução nos valores de percentual de produção e nos parâmetros de qualidade dos ovos.

Hassan et al. (2018) compararam o desempenho, a qualidade dos ovos, as propriedades sanguíneas e as respostas ao estresse de três linhagens de galinhas poedeiras (duas linhagens desenvolvidas pelo Instituto de Pesquisa Pecuária de Bangladesh - BLRI, Shuvra e Shorna e uma linhagem comercial Hyline white), submetidas a duas temperaturas ambiente (estresse cíclico por calor 25°/35°C, termoneutralidade 20°/21°C) e verificaram redução no consumo de ração e do peso do ovo das aves expostas ao estresse cíclico por calor. Assim, na situação de estresse cíclico por calor, os valores de altura do albúmen, índice de albúmen, altura de gema,

índice de gema e Haugh unidade de ovo foram menores do que os obtidos na condição de termoneutralidade.

Nesta pesquisa, avaliou-se o efeito de diferentes condições térmicas do ambiente, bem como de distintos níveis de energia metalizável na ração, sobre o desempenho produtivo de galinhas poedeiras na fase de pico de postura.

## **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo foi conduzido em quatro câmaras climáticas, de 2,5m x 3,5m x 2,5m, do Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), pertencente à área de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Cada câmara climática é equipada com condicionador de ar do tipo “split” quente/frio, um aquecedor de ar e umidificador (operados por um controlador eletrônico MT- 531 R i plus de temperatura e umidade). A ventilação aplicada no interior das câmaras climáticas foi obtida por meio de exaustores axiais, com acionamento automático, durante todo o período experimental, e foi controlada de forma a manter as temperaturas desejadas e a qualidade do ar dentro dos padrões

Foram utilizadas 264 galinhas da linhagem LOHMANN LSL, em fase de pico de postura (24<sup>a</sup> a 31<sup>a</sup> semanas de vida), todas elas provenientes de um mesmo lote e matrizeiro, com mesma idade e peso médio inicial de 1,359 kg ( $\pm 5\%$ ), criadas até a fase experimental, num mesmo alojamento, recebendo manejo e dieta alimentar de acordo com o praticado em granjas comerciais. Em cada uma das quatro câmaras climáticas foram alojadas, ao acaso, grupos de 64 galinhas, distribuídas em 08 gaiolas de 1,0m comprimento x 0,42m largura x 0,5m altura, com 8 aves em cada gaiola, ou seja, 4 aves em cada repartição, seguindo a densidade de aves praticada no Brasil.

Cada câmara climática possibilitou uma distinta temperatura ambiente, constituindo quatro diferentes tratamentos térmicos, ou seja, compreenderam quatro níveis de temperatura (20°C, 25°C, 30°C e 35°C) os quais foram aplicados no período de 7:00 às 19:00 horas (12 horas), seguido de mais um período comum aos quatro tratamentos de 12 horas de duração a temperaturas de 20°C (de 19:00 às 7:00 horas), buscando representar, com mais propriedade, a variação natural diurna de temperatura. A condição diurna de 20°C foi considerada de conforto térmico segundo LOHMANN LSL- LITE, (2016). Em todos os tratamentos, a umidade relativa

do ar foi mantida em torno de 60%, considerada favorável as aves, mesmo em condições relativamente adversas de temperatura (TINÓCO, 2001).

Para cada condição térmica aplicada, as aves foram alimentadas com quatro níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>), recomendada por Rostagno et al. (2017), para galinhas poedeiras em fase de pico de postura, conforme Tabela 34.

**Tabela 34.** Composição das rações experimentais

Ingrediente	Nível de energia metabolizável (kcal.kg <sup>-1</sup> )			
	2700	2800	2900	3000
Milho Grão	263,652	277,955	264,684	284,126
Soja Farelo 45%	102,679	109,088	110,679	117,713
Trigo Farelo	77,334	52,359	53,755	24,088
Calcário	46,804	46,635	46,631	46,433
Fosfato Bicálcico	4,4095	4,732	4,7315	5,114
Óleo De Soja	0	4,247	14,3725	17,5
Sal Comum	2,522	2,524	2,5295	2,531
DL-Metionina	1,023	1,018	1,0335	1,0515
Suplemento vitamínico <sup>1</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5
Suplemento mineral <sup>2</sup>	0,5	0,5	0,5	0,5
Coxistac	0,275	0,275	0,275	0,275
L-Treonina	0,127	0,0875	0,2595	0,058
BHT	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina Hcl	0,125	0,029	0	0,061
L-Triptofano	0	0	0	0
TOTAL	500,00	500,00	500,00	500,00
<b>Composição Calculada</b>				
Energ. Met.Aves (Mcal.kg <sup>-1</sup> )	2700	2800	2900	3000
Ácido Linoleico (%)	1,4281	1,8638	2,8848	3,209
Arginina Dig.Aves (%)	0,9741	0,978	0,9817	0,9843
Arginina Total (%)	1,0434	1,0443	1,0481	1,0472
Cálcio (%)	3,9	3,9	3,9	3,9
Cloro (%)	0,3518	0,3514	0,3508	0,3505
Fenil. Dig.Aves (%)	0,6997	0,7138	0,7131	0,7291
Fenil. Total (%)	0,7725	0,7834	0,7828	0,7948
Fenil.+Tir.Dig.Aves (%)	1,1909	1,2169	1,2155	1,2448
Fenil.+Tir.Total (%)	1,3057	1,3267	1,3254	1,3488
Fosforo Disponível (%)	0,2910	0,291	0,291	0,291
Glicina + Serina Total (%)	1,4736	1,48	1,4808	1,4863
Histidina Dig. Aves (%)	0,3933	0,3967	0,3956	0,3994
Histidina Total (%)	0,4342	0,4347	0,4336	0,4339
Isoleucina Dig.Aves (%)	0,5781	0,5911	0,5918	0,6062
Isoleucina Total (%)	0,6551	0,665	0,666	0,6766
Leucina Dig.Aves (%)	1,2426	1,2727	1,261	1,2976
Leucina Total (%)	1,3614	1,3856	1,3745	1,4039

Lisina Dig.Aves (%)	0,72	0,72	0,72	0,7451
Lisina Total (%)	0,8097	0,806	0,806	0,8270
Met.+Cist.Dig.Aves (%)	0,652	0,6523	0,6524	0,6576
Met.+Cistina Total (%)	0,7291	0,725	0,725	0,7250
Metionina Dig.Aves (%)	0,4204	0,4217	0,4231	0,4295
Metionina Total (%)	0,4473	0,4465	0,4479	0,4519
Potássio (%)	0,688	0,6683	0,6693	0,6452
Proteína Bruta (%)	16,02	16,02	16,02	16,0200
Sódio (%)	0,218	0,218	0,218	0,2180
Treonina Dig.Aves (%)	0,545	0,5473	0,5773	0,5514
Treonina Total (%)	0,6383	0,637	0,6696	0,6370
Triptofano Dig.Aves (%)	0,1749	0,1742	0,1753	0,1741
Triptofano Total (%)	0,1981	0,1959	0,197	0,1940

<sup>1</sup> Suplemento Vitamínico - kg do produto. Vit. A, 40.000.000 UI; Vit. D3, 8.000.000 UI; Vit. E, 100.000 UI; Vit. K3, 6.000,0 mg; Vit. B1 6.000,0 mg; Vit. B2 20.000,0 mg; Vit. B6, 12.000,0 mg; Vit. B12, 60.000,0 mg; Biotina, 320,0 mg; Ácido fólico, 2.800 mg; ácido Nicotínico 120.000,0 mg; Ácido Pantotênico, 40.000,0 mg; Se, 1.000,0 mg.

<sup>2</sup> Suplemento Mineral - kg do Produto. Mn, 150.000 mg; Zn, 100.000 mg; Fe, 100.000 mg; Cu, 16.000 mg e I, 1.500 mg.

As rações foram fornecidas a base de 100g por ave, já considerado o desperdício, conforme manual da linhagem LOHMANN LSL- LITE (2016). A água foi fornecida “*ad libitum*”. Os comedouros foram do tipo calha que comporta 8 aves no total, ou seja, 4 aves por divisória, e os bebedouros tipo *nipple*, que atende de 8 a 10 aves.

O programa de luz adotado foi de 8 horas de escuro e 16 horas de luz conforme manual da linhagem LOHMANN LSL- LITE (2016), com lâmpada incandescente de 60W instalada no teto.

Os dados referentes a desempenho produtivo das aves foram o peso corporal (g), consumo de ração (g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), conversão alimentar (kg ração. dúzia de ovos<sup>-1</sup>), (kg ração.kg de ovos<sup>-1</sup>), viabilidade (%) e produção de ovos (%).

O consumo médio de ração, para cada tratamento, foi obtido pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e a consumida a cada semana considerada. A conversão alimentar por dúzia de ovos foi avaliada por meio da relação entre a quantidade de alimento consumido (kg) e a produção de ovos (em dúzia), e a conversão alimentar por massa de ovos foi avaliada por meio da relação entre a quantidade de alimento consumido (kg) e o peso dos ovos (em kg).

Todos os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFV, mediante protocolo nº 73/2016.

Os dados foram analisados no software SAEG (2007) - Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1, em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas quatro

condições térmicas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C), nas subparcelas quatro níveis de energia metabolizável na dieta (2700, 2800, 2900 e 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>) e nas sub-subparcelas as semanas (25<sup>a</sup>, 26<sup>a</sup>, 27<sup>a</sup>, 28<sup>a</sup>, 29<sup>a</sup>, 30<sup>a</sup>, e 31<sup>a</sup> semana) em Delineamento Inteiramente Casualizado - D.I.C. com quatro repetições.

### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1. DESEMPENHO PRODUTIVO

Não houve efeito significativo dos níveis de energia metabolizável sobre as variáveis de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, porcentagem de ovos e viabilidade.

Tal fato pode ter ocorrido devido as dietas oferecidas não terem fornecido energia excedente às aves que, segundo Dale e Fuller (1980) e Rabello et al. (2007), poderia ser armazenada na forma de gordura corporal.

Na Tabela 35 são apresentados os valores médios de consumo de ração, de galinhas poedeiras de 25 à 31 semana de vida, para as condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

Para a condição térmica de 25°/20°C ocorreu redução dos valores de consumo de ração com o aumento da idade das aves. No entanto, para as condições de 20°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C, não houve diferença significativa entre os valores de CR correspondentes a todas as semanas de vida das aves. Esses resultados estão de acordo com Mignon-Grasteau et al. (2015), que verificaram que o consumo de ração foi mais afetado pelo calor em galinhas mais velhas do que em galinhas mais novas.

**Tabela 35.** Valores médios de consumo de ração (C.R), em g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	C.R (g.ave <sup>-1</sup> .dia <sup>-1</sup> )			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	106,34a	106,80a	102,66a	81,92a
26 <sup>a</sup>	108,04a	106,61ab	102,92a	82,37a
27 <sup>a</sup>	106,70a	106,38abc	101,40a	80,23a
28 <sup>a</sup>	106,85a	96,68d	101,00a	77,72a
29 <sup>a</sup>	108,23a	103,80abc	103,03a	79,33a
30 <sup>a</sup>	106,41a	101,86c	102,42a	80,21a
31 <sup>a</sup>	107,09a	101,96bc	104,13a	80,38a

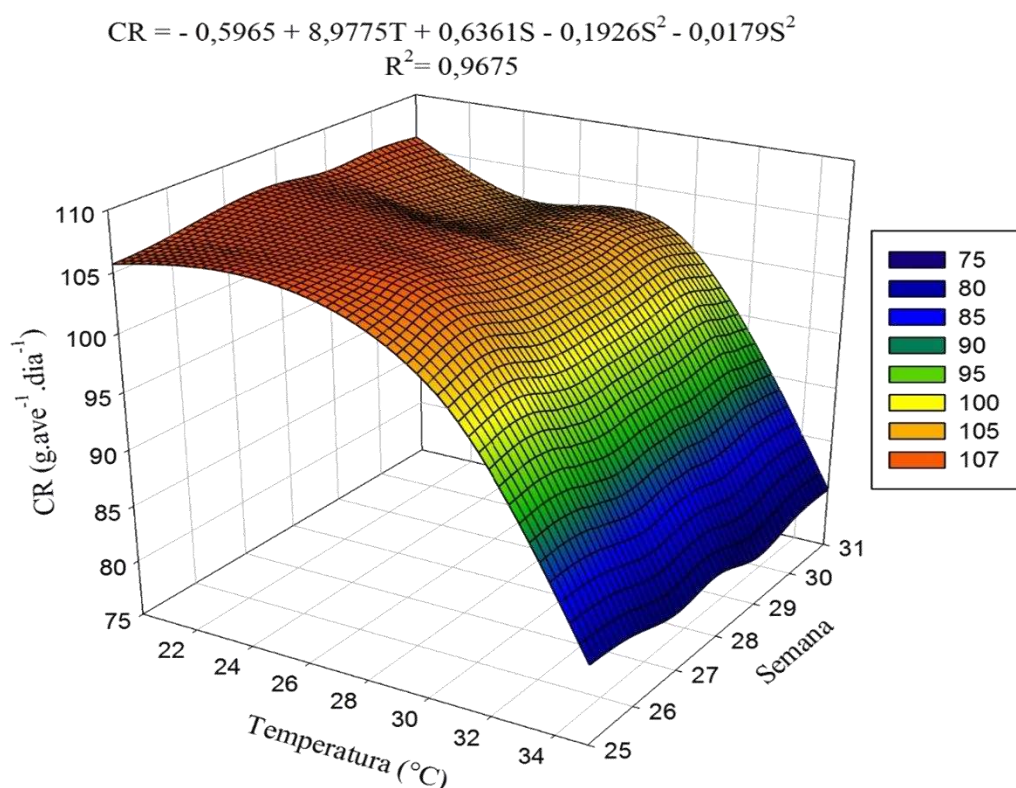
As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 22, encontram-se ilustrados os valores de consumo de ração em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Como pode ser observado, ocorreu redução dos valores de consumo de ração com o aumento da temperatura diurna, esses resultados

Observa-se, pela superfície de resposta, que ocorreu redução dos valores de consumo de ração pelas galinhas, com o aumento das temperaturas térmicas ambientais estudadas, e que os maiores valores de CR foram observados para a condição térmica diurna 20°/20°C. Observa-se, também, que as semanas de vida das aves não interferiram nos resultados deste parâmetro.

De maneira geral, houve redução de cerca de 24,2% do consumo de ração da condição térmica de 20°/20°C para a de 35°/20°C. Esses resultados estão de acordo com os observados por Ugurlu et al. (2002), Sterling et al. (2003), Mashaly et al., (2004), Franco-Jimenez et al. (2007), Hussen (2011), Kilic e Simsek (2013), Oliveira et al. (2014), Sousa et al. (2014), Mignon-Grasteau et al., (2015), Attia et al. (2016) e Hanssan et al., (2018), os quais também verificaram redução nos valores do consumo de ração com o aumento da temperatura ambiental acima da zona de conforto.



**Figura 22.** Consumo de ração em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 36 são apresentados os valores médios de conversão alimentar, por dúzia de ovos, de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 36.** Valores médios de conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/12), em kg ração.dúzia de ovos<sup>-1</sup>, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	CA/12 (kg ração.dúzia de ovos <sup>-1</sup> )			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	2,08a	1,74a	1,59a	1,50a
26 <sup>a</sup>	1,46ab	1,35ab	1,32ab	1,18ab
27 <sup>a</sup>	1,33c	1,33ab	1,26c	1,13bc
28 <sup>a</sup>	1,36bc	1,19a	1,25c	1,08c
29 <sup>a</sup>	1,38b	1,27b	1,27b	1,14b
30 <sup>a</sup>	1,34c	1,26bc	1,29ab	1,12bc
31 <sup>a</sup>	1,39b	1,26bc	1,29ab	1,14b

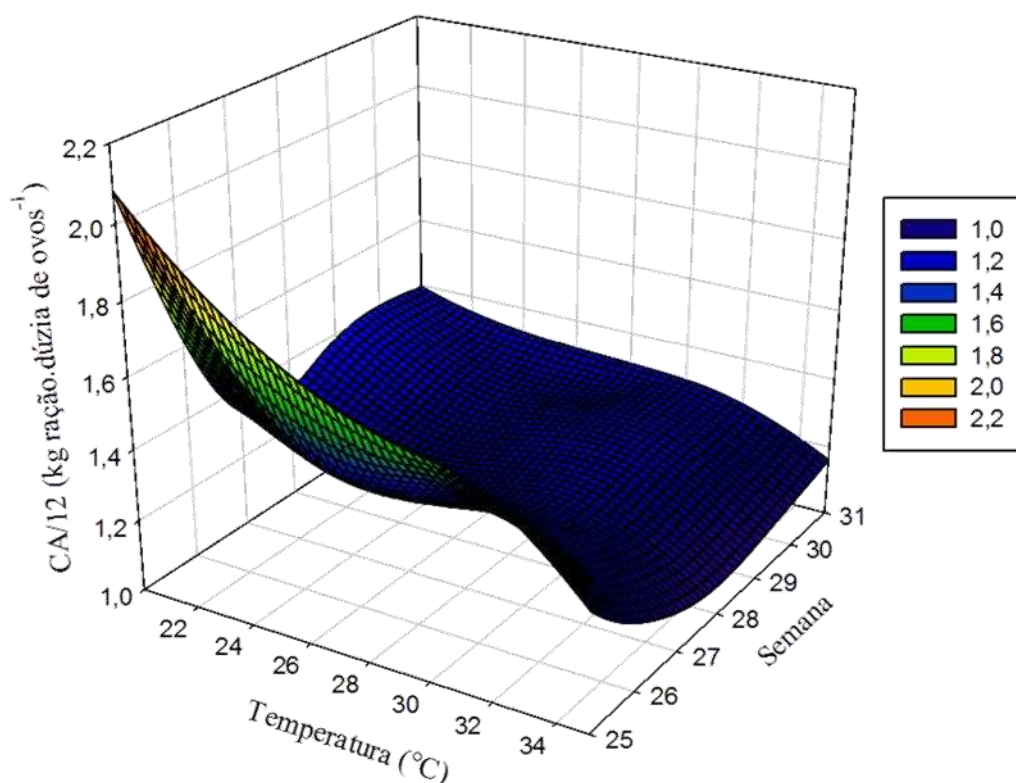
As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se uma melhora da conversão alimentar com o passar das semanas de vida das aves.

Na Figura 23, encontram-se ilustrados os valores de conversão alimentar por dúzia de ovos em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

$$CA/12 = 26,7186 - 0,0144T - 1,7358S - 0,0000631S^2 + 0,0300S^2$$

$$R^2 = 0,8014$$



**Figura 23.** Conversão alimentar por dúzia de ovos em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida das galinhas poedeiras)

Ocorreu uma melhora da conversão alimentar por dúzia de ovos com o aumento das temperaturas ambientais. Da 27<sup>a</sup> a 31<sup>a</sup> semana de vida das aves ocorreram os menores valores de CA, verificando assim uma melhora no decorrer das semanas de vida das aves. Esses resultados estão de acordo com os observados por Guimarães et al. (2014), que verificaram valores menores em aves expostas a estresse térmico por altas temperaturas.

De acordo com Navarini (2009), temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho das aves, por exercer grande influência no consumo de ração, afetando diretamente o ganho de peso e a conversão alimentar, já que durante o estresse por calor, há redução na eficiência de utilização de alimentos.

Na Tabela 37 são apresentados os valores médios de conversão alimentar por massa de ovos, de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida da ave, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

**Tabela 37.** Valores médios de conversão alimentar por massa de ovos (CA/kg), em kg ração.kg de ovos<sup>-1</sup>, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	CA/kg (kg ração.kg de ovos <sup>-1</sup> )			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	2,95a	2,45a	2,31a	2,24a
26 <sup>a</sup>	2,05ab	1,85ab	1,86ab	1,75ab
27 <sup>a</sup>	1,82b	1,79b	1,78b	1,68b
28 <sup>a</sup>	1,83b	1,59c	1,74bc	1,60c
29 <sup>a</sup>	1,84b	1,66bc	1,74bc	1,67b
30 <sup>a</sup>	1,75c	1,65bc	1,79b	1,62c
31 <sup>a</sup>	1,82b	1,62bc	1,72c	1,65bc

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

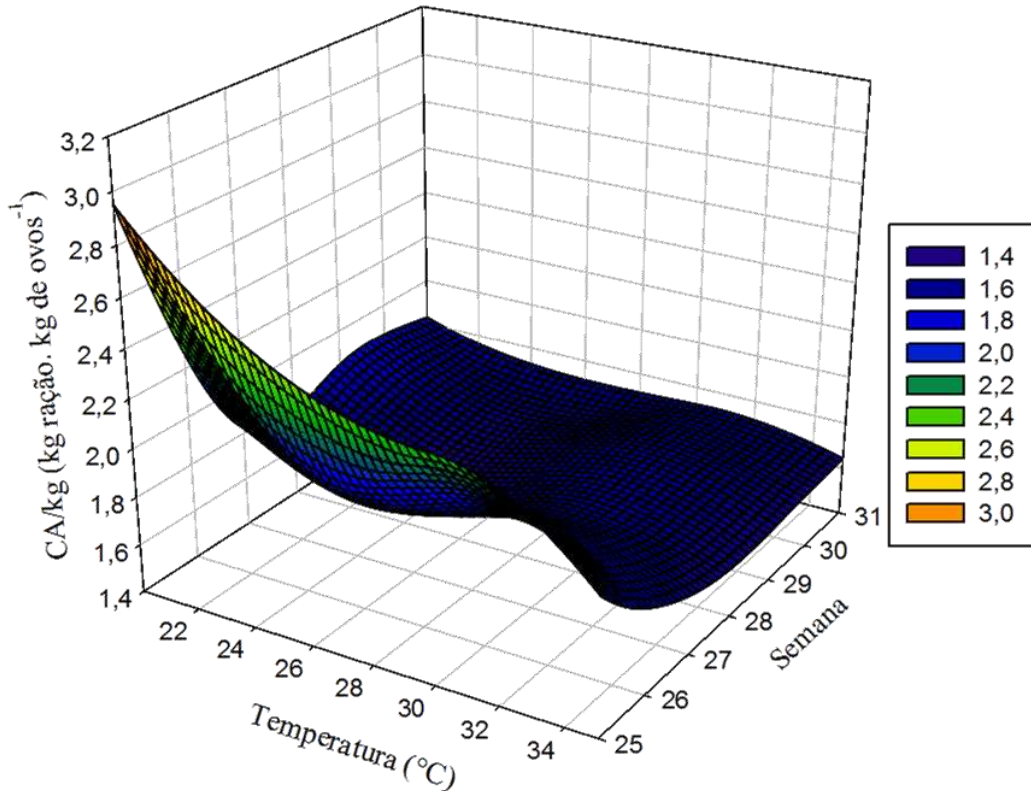
Ocorreu uma melhora da conversão alimentar por massa de ovos com o passar das semanas de vida.

Na Figura 24, encontram-se ilustrados os valores de conversão alimentar por massa de ovos em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Os valores de conversão alimentar por massa de ovos, de forma geral, foram menores nas condições térmicas de 30°/20°C e 35°/20°. Isto, possivelmente, se deve ao menor consumo de ração pelas aves, quando expostas a altas temperaturas. Esses resultados estão de acordo com os observados por Guimarães et al. (2014) e Mignon-Grasteau et al. (2015), que relatam menores valores de conversão alimentar de aves expostas a altas temperaturas.

$$CA/kg = 40,0705 - 0,0711T - 2,5623S + 0,0010S^2 + 0,0440S^2$$

$$R^2 = 0,7888$$



**Figura 24.** Conversão alimentar por massa de ovos em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 38 são apresentados os valores médios de peso corporal de galinhas poedeiras da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas de 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

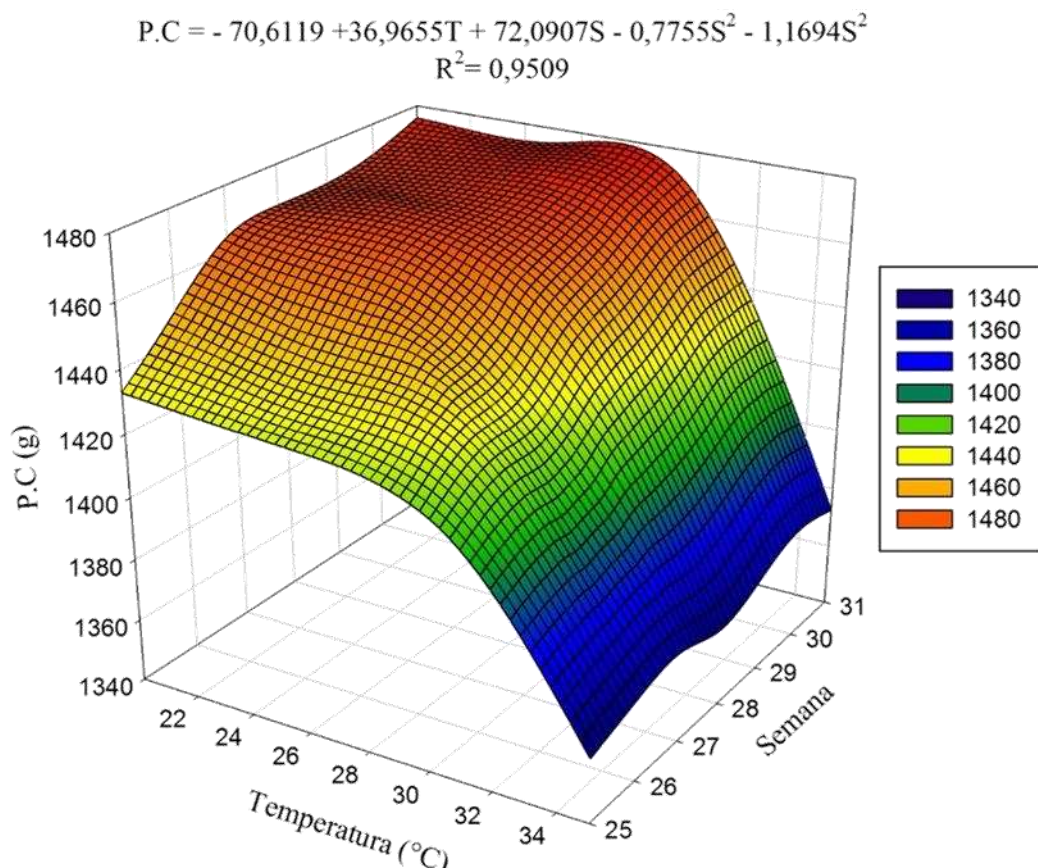
**Tabela 38.** Valores médios de peso corporal (P.C), em g, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	P.C (g)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25ª	1409,73c	1429,07c	1419,22b	1358,41a
26ª	1449,33bc	1440,85abc	1429,98ab	1357,79a
27ª	1474,27ab	1458,51bc	1422,35ab	1368,81a
28ª	1467,94ab	1468,37abc	1445,54ab	1344,49a
29ª	1495,30a	1470,15abc	1438,81ab	1359,50a
30ª	1470,17ab	1473,96ab	1461,64ab	1375,24a
31ª	1501,97a	1505,34a	1465,87a	1372,55a

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados médios de peso corporal, de forma geral, aumentaram com o passar das semanas, tendo os maiores valores ocorrido na 31ª semana de vida das aves.

Na Figura 25, encontram-se ilustrados os valores de peso corporal em função das condições térmicas diurnas, para cada semana de avaliação, no qual observa-se redução de 6,1% do peso corporal com o aumento da temperatura diurna.



**Figura 25.** Peso corporal em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Os maiores valores de peso corporal foram encontrados na condição térmica ambiental de 20°/20°C. Resultados semelhantes foram verificados por Mignon-Grasteau et al. (2015), Attia et al. (2016) e Hassan et al. (2018), que também observaram redução do peso corporal de galinhas poedeiras submetidas a estresse por calor.

Na Tabela 39 encontram-se apresentados os valores médios de peso corporal, de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida da ave, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 39.** Valores médios de peso corporal (P.C), em g, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para os níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

SEMANA	P.C (g)			
	2700 kcal.kg <sup>-1</sup>	2800 kcal.kg <sup>-1</sup>	2900 kcal.kg <sup>-1</sup>	3000 kcal.kg <sup>-1</sup>
25 <sup>a</sup>	1406,30c	1395,46c	1408,26c	1406,40c
26 <sup>a</sup>	1414,02bc	1407,33bc	1423,91bc	1432,69bc
27 <sup>a</sup>	1423,23b	1417,46b	1437,04ab	1446,20bc
28 <sup>a</sup>	1437,11ab	1401,05bc	1428,52bc	1459,65b
29 <sup>a</sup>	1429,27b	1413,84b	1437,32ab	1483,33ab
30 <sup>a</sup>	1432,47ab	1435,19ab	1430,98b	1482,37ab
31 <sup>a</sup>	1452,46a	1441,40a	1454,87a	1496,99a

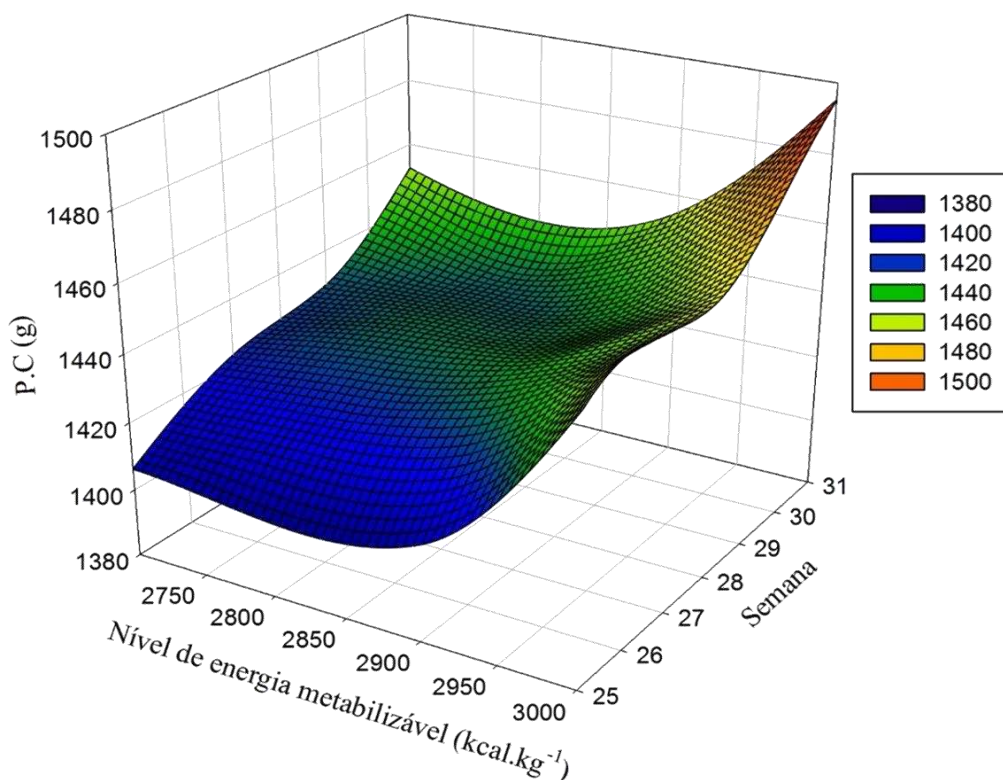
As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os pesos corporais aumentaram com o aumento da idade das aves, conforme esperado. Verifica-se, também, que os maiores valores de pesos corporais foram encontrados nos tratamentos com nível de energia metabolizável de 3000kcal.kg<sup>-1</sup>.

Na Figura 26, encontram-se ilustrados os valores de peso corporal em função dos níveis de energia metabolizável na ração, para cada semana de avaliação.

$$P.C = - 8878,4781 - 5,4362N + 1,2149S + 0,0010N^2 + 0,0870S^2$$

$$R^2 = 0,8934$$



**Figura 26.** Peso corporal em função dos níveis de energia metabolizável na ração (2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Observa-se que, de forma geral, ocorreu aumento de 3,1% dos valores de peso corporal com o aumento dos níveis de energia metabolizável na ração. Estes resultados diferem dos verificados por Wu et al. (2008) e Ribeiro et al. (2013) que afirmam que o aumento do nível de energia metabolizável na ração não influenciam os valores de peso corporal.

Observa-se, ainda, que os maiores valores de peso corporal das aves ocorreram em torno da 30<sup>a</sup> a 31<sup>a</sup> semana de vida das aves.

Na Tabela 40 são apresentados os valores médios de viabilidade de galinhas da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

Não houve diferença significativa para as condições térmicas diurnas de 20°/20°C e 30°/20°C. Já os menores valores de viabilidade foram verificados na condição térmica 35°/20°C.

**Tabela 40.** Valores médios de viabilidade (VIB), em %, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	VIB (%)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	100,0a	100,0a	100,0a	90,6b
26 <sup>a</sup>	100,0a	100,0a	100,0a	90,6b
27 <sup>a</sup>	100,0a	100,0a	100,0a	87,5bc
28 <sup>a</sup>	100,0a	100,0a	100,0a	87,5bc
29 <sup>a</sup>	100,0a	96,8ab	100,0a	87,5bc
30 <sup>a</sup>	100,0a	96,8ab	100,0a	85,93c
31 <sup>a</sup>	100,0a	95,3ab	100,0a	85,93c

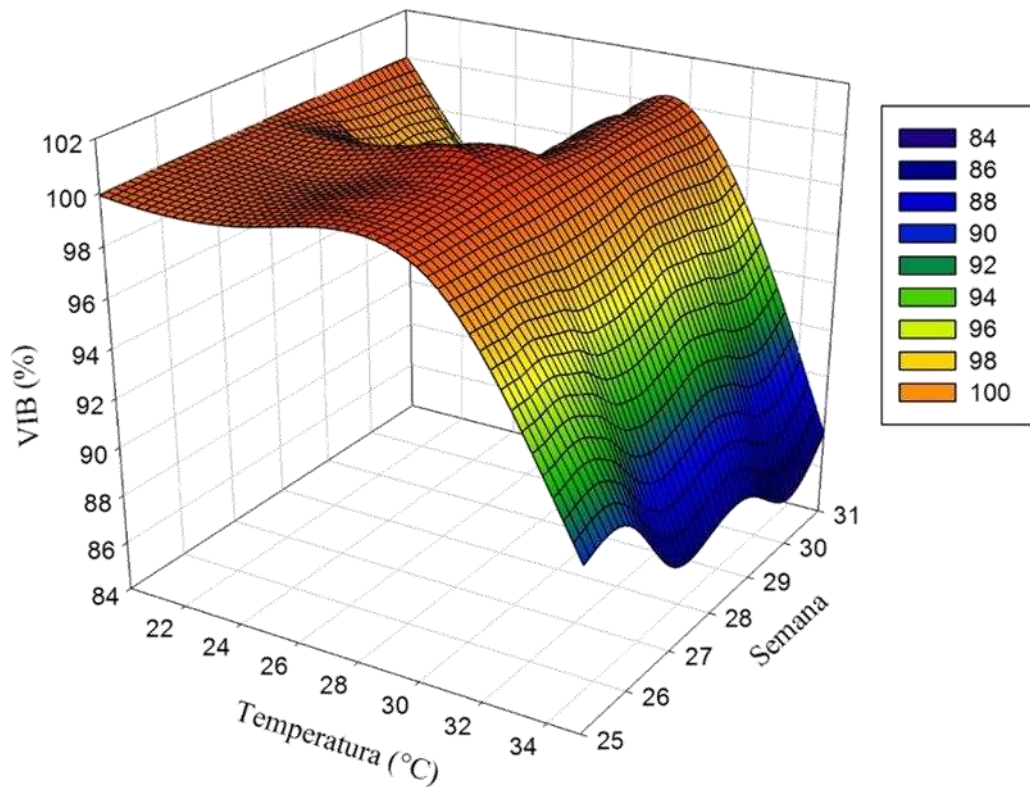
As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Figura 27, encontram-se ilustrados os valores de viabilidade em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.

Observa-se ocorreu redução de 5,9% da condição térmica de 20°/20° para a de 35°/20°C. Verifica-se, também, que ocorreu ligeira redução nos valores de viabilidade para a condição térmica de 25°/20°C e 35°/20°C.

$$\text{VIB} = 55,0459 + 4,9688T - 0,6372S - 0,1027S^2 + 0,0047S^2$$

$$R^2 = 0,8308$$



**Figura 27.** Viabilidade em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Na Tabela 41 são apresentados os valores médios de viabilidade, de galinhas da 25ª à 31ª semana de vida da ave, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C.

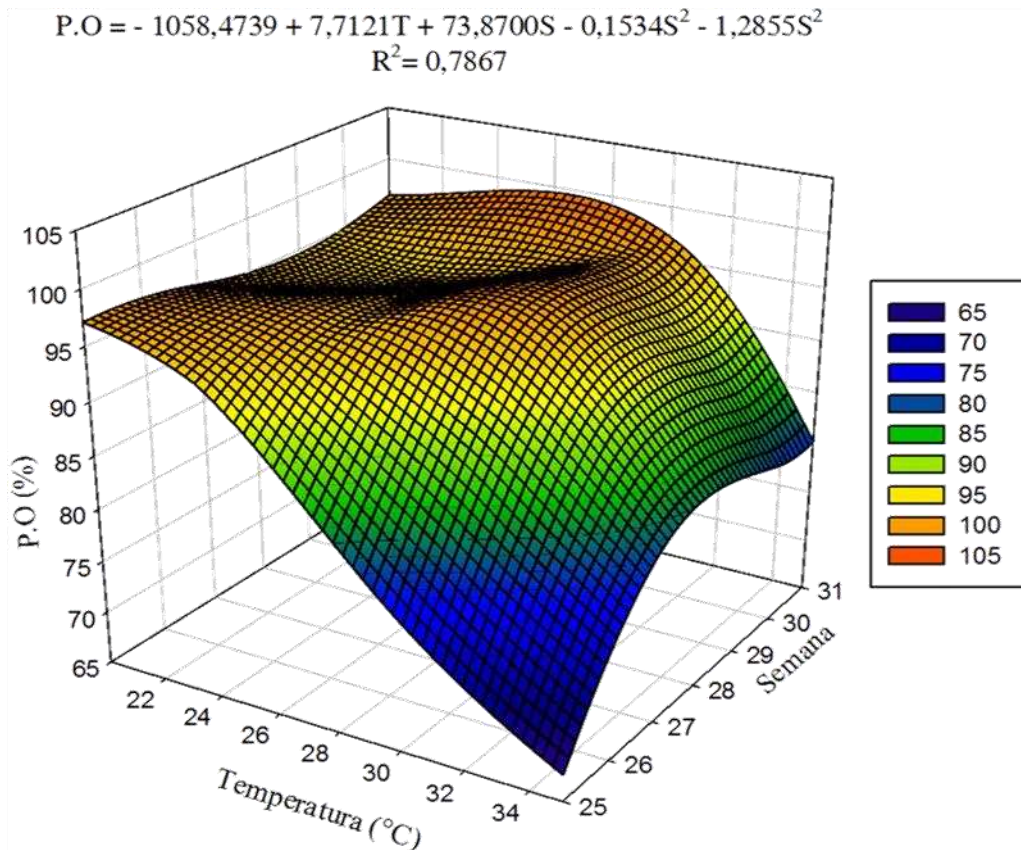
**Tabela 41.** Valores médios de produção de ovos (P.O), em %, de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25ª à 31ª semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C e 35°/20°C

SEMANA	P.O (%)			
	20°/20°C	25°/20°C	30°/20°C	35°/20°C
25 <sup>a</sup>	72,09b	74,10c	77,23b	64,73b
26 <sup>a</sup>	91,29a	94,86a	93,75ab	80,58a
27 <sup>a</sup>	95,98a	95,75a	96,42a	80,80a
28 <sup>a</sup>	94,19a	95,53a	96,65a	81,25a
29 <sup>a</sup>	94,19a	90,84ab	96,87a	78,57ab
30 <sup>a</sup>	95,0aa	90,84ab	95,31ab	80,35a
31 <sup>a</sup>	93,08a	89,95bc	97,09a	79,24ab

As médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com base na Tabela 41, considerando da 25ª a 31ª semana de vida das aves, verifica-se valores médios de produção de ovos, aumentaram respectivamente 22,6% na condição de 20°/20°C, 17,6% na 25°/20°C, 20,5 na 30°/20°C e 18,3% na 35°/20°C com o aumento da idade das aves.

Na Figura 28, encontram-se ilustrados os valores de produção de ovos em função das condições térmicas diurnas para cada semana de avaliação.



**Figura 28.** Produção de ovos em função das condições térmicas diurnas (20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C) para cada semana de avaliação (25ª à 31ª semana de vida das galinhas poedeiras)

Observa-se, pela superfície de resposta, que ocorreu redução de 15,6% dos valores de produção de ovos, com o aumento das condições térmicas ambientais. De modo contrário, verificou-se o aumento dos valores de produção de ovos com o aumento das semanas de vida das aves. Resultados semelhantes foram verificados por Kirunda et al. (2001), Panda et al. (2008), Mignon-Grasteau et al. (2015) e Hanssan et al. (2018), que verificaram redução na taxa de produção de ovos em aves expostas a altas temperaturas.

#### 4.4. CONCLUSÕES

As condições térmicas ambientais influenciaram o consumo de ração, conversão alimentar, peso corporal, viabilidade e porcentagem de ovos, observando redução desses valores com o aumento das condições térmicas.

O peso corporal das aves aumentou com o aumento dos níveis de energia metabolizável na dieta. Os demais parâmetros não foram influenciados pelos níveis de energia metabolizável

Com base na forma em que a pesquisa foi realizada, pode-se concluir que, com o aumento das temperaturas ambientais, as galinhas apresentaram redução no metabolismo e perdas que afetaram o seu desempenho produtivo.

#### 4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTIA, Y. A., EL, A. E. H. E. A., ABEDALLA, A. A., BERIKA, M. A., AL-HARTHI, M. A., KUCUK, O., ... & ABOU-SHEHEMA, B. M. Laying performance, digestibility and plasma hormones in laying hens exposed to chronic heat stress as affected by betaine, vitamin C, and/or vitamin E supplementation. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 1619, 2016.

FRANCO-JIMENEZ, D., SCHEIDELER, S., KITOK, R., BROWN-BRANDL, T., ROBESON, L., TAIRA, H., BECK, M. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, n. 4, p. 628-634, 2007.

FURTADO, DERMEVAL A., MOTA, JEANE K. M., NASCIMENTO, JOSÉ W. B. DO, SILVA, VALNEIDE R. DA, & TOTA, LAURA DA C. A. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** Campina Grande, v. 15, n. 7, p. 748-753, July 2011.

GUIMARÃES, M. C. D. C., FURTADO, D. A., DO NASCIMENTO, J. W., TOTA, L. D. C., DA SILVA, C. M., & LOPES, K. B. D. P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, n. 2, 2014.

HUSSEN, T. S. Productive response of the laying hens subjected to thermal stress in conventional cages system. *Lucraris tiintifice. Seria Zootehnie-LucrăriȘtiințifice* - vol. 56, p.82-87 Seria Zootehnie (Romania), 2011.

HASSAN, M. R., RABBANI, M. A. G., SULTANA, S., SARKER, N. R. Effects of Strains and Temperature on Production Performance, Egg Qualities and Physiological Response of Laying Hens. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, 13, 253-262m 2018.

JÁCOME, I.M.T.D, FURTADO, D.A., LEAL, A.F., SILVA, J.H.V., MOURA, J.F.P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**. v.11, n.5, p.527-531, 2007.

KILIC, I., SIMSEK, E. The Effects of Heat Stress on Egg Production and Quality of Laying Hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 12, n. 1, p. 42-47, 2013.

KIRUNDA, D.F., S.E. SCHEIDELER AND S.R. MCKEE. The efficacy of vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate) supplementation in hen diets to alleviate egg quality deterioration associated with high temperature exposure. *Poult. Sci.*, 80: 1378-1383, 2001.

MASHALY, M., HENDRICKS, G., KALAMA, M., GEHAD, A., ABBAS, A., PATTERSON, P. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poultry Science*, v. 83, n. 6, p. 889-894, 2004.

MIGNON-GRASTEAU, S., MORERI, U., NARCY, A., ROUSSEAU, X., RODENBURG, T. B., TIXIER-BOICHARD, M., & ZERJAL, T. Robustness to chronic heat stress in laying hens: a meta-analysis. *Poultry science*, v. 94, n. 4, p. 586-600, 2015.

NAVARINI, F.C. **Níveis de Proteína Bruta e Balanço Eletrolítico para Frangos de Corte.** 2009. 68 f. Dissertação (Pós –Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2009.

OLIVEIRA, D.L., NASCIMENTO, J.W.B., CAMERINI, N.L., SILVA, R.C., FURTADO, D.F., ARAUJO, T.G.P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.18, n.11, p.1186–1191, 2014.

PANDA, A.K., S.V. RAMARAO, M.V.L.N. Raju and R.N. Chatterjee. Effect of dietary supplementation with vitamins E and C on production performance, immune responses and antioxidant status of White Leghorn layers under tropical summer conditions. *Br. Poult. Sci.*, 49: 592-599, 2008.

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

RIBEIRO, P. A. P., MATOS JÚNIOR, J. B., BAIÃO, N. C., LARA, L. J. C., & QUEIROZ, A. C. A. Efeito dos níveis de energia para poedeiras comerciais no período final de produção sobre o desempenho, a conversão alimentar e energética e a qualidade de ovos. *Arq. bras. med. vet. zootec*, p. 1491-1499, 2013.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F., LOPES, D.C. **Tabelas Brasileiras Para Aves E Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** 4<sup>o</sup> Edição. Viçosa: UFV. 448p, 2017.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SOUSA, M. S., TINÔCO, I. F. F., BARRETO, S. L. T., AMARAL, A.G., PIRES, L.C., FERREIRA, A.S. Determinação de limites superiores da zona de conforto térmico para codornas de corte aclimatizadas no Brasil de 22 a 35 dias de idade. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, n.2, p.350-360, 2014.

STERLING, K., BELL, D., PESTI, G., AGGREY, S. Relationships among strain, performance, and environmental temperature in commercial laying hens. *The Journal of Applied Poultry Research*, v. 12, n. 1, p. 85-91, 2003.

STRINGHINI, J.H., FILHO, R.M.J., PEDROSO, A.A. et al. Nutrição no período de pré-postura, pico e pós-pico de poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, v.2., p.171-189, 2005.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, p.1-26, 2001.

TINÔCO, I.F.F., FIGUEIREDO, J.L.A., SANTOS, R.C. et al. Placas porosas utilizadas em sistemas de resfriamento evaporativo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.12, n.1, p.17-23, 2004.

TRINDADE, J. L., NASCIMENTO, J. W. B. DO, FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.652-657, 2007.

UGURLU, N., ACAR, B., TOPAK, R. Production performance of caged layer sunder different environmental temperatures. **Archiv für Geflügelkunde**, v. 66, n. 1, p. 43-46, 2002.

WU, G., GUNAWARDANA, P., BRYANT, M. M., ROLAND SR. D. A. Influence of Dietary Energy and Antibiotic on Performance, Egg Solids, and Egg Quality in Bovans White and Dekalb White Hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, n. 3, p. 323-330, 2008.

VIEIRA, M. D. F. A. **Efeitos de duas condições climáticas, duas linhagens e dois sistemas de ventilação no desempenho produtivo de galinhas poedeiras alojadas em sistemas verticais de criação.** (Tese Doutorado), 2015. (Pos-graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2015.

## ANEXOS

**Tabela 42.** Resumo da análise de variância das variáveis: consumo de ração (CR) em (g.ave<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/12) em (kg ração.dúzia de ovos<sup>-1</sup>), e conversão alimentar por peso de ovos (CA/kg), em (kg ração.kg de ovos<sup>-1</sup>), de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	CR	CA/12	CA/kg
TEMP	3	16620,97**	0,76082*	1,45167**
Resíduo (a)	12	2493,74	0,16500	1,30106
NI	3	795,78 <sup>NS</sup>	0,16536 <sup>NS</sup>	0,15828 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	299,33 <sup>NS</sup>	0,14092 <sup>NS</sup>	1,03946 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	448,21	0,16042	0,57505
SEM	6	129,75**	1,94392**	5,28030**
SEM x TEMP	18	50,13**	0,07695**	0,17636**
SEM x NI	18	27,35 <sup>NS</sup>	0,08247 <sup>NS</sup>	0,23094 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP x NI	54	20,85 <sup>NS</sup>	0,08481 <sup>NS</sup>	0,15646 <sup>NS</sup>
Resíduo	288	20,00	0,09221	0,20060
CV(%) Parcela		50,78	29,63	61,46
CV(%) Sub parcela		21,53	29,21	40,86
CV(%) Subsubparcela		4,55	22,15	24,13

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

**Tabela 43.** Resumo da análise de variância das variáveis: peso corporal (P.C), em (g), ganho de peso (G.P) em (g), produção de ovos (P.O), em (%) e viabilidade (VIB), em (%) de galinhas da linhagem Lohmann LSL Lite, da 25<sup>a</sup> à 31<sup>a</sup> semana de vida, para as condições térmicas 20°/20°C, 25°/20°C, 30°/20°C, 35°/20°C e níveis de energia metabolizável na ração 2700, 2800, 2900, 3000 kcal.kg<sup>-1</sup>

FV	GL	P.C	P.O	VIB
TEMP	3	266521,21**	5430,51**	3642,11**
Resíduo (a)	12	17251,25	531,77	464,09
NI	3	35656,23*	1027,04 <sup>NS</sup>	572,91 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	9	16142,24 <sup>NS</sup>	311,51 <sup>NS</sup>	412,94 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	36	9057,06	767,34	873,32
SEM	6	21802,97**	3310,28**	45,10**
SEM x TEMP	18	3414,96*	50,96*	23,40*
SEM x NI	18	2111,19**	38,07 <sup>NS</sup>	9,76 <sup>NS</sup>
SEM x TEMP x NI	54	1994,33 <sup>NS</sup>	44,13 <sup>NS</sup>	10,38 <sup>NS</sup>
Resíduo	288	1771,38	43,45	13,64
CV(%) Parcela		9,16	26,14	22,29
CV(%) Sub parcela		6,64	31,40	30,58
CV(%) Subsubparcela		2,94	7,47	3,82

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

## **5. CONCLUSÕES GERAIS**

Diante do apresentado no presente estudo, fica evidente que tanto a condição térmica de 20°/20°, quanto a de 25°/20° são ideias para criação de galinhas na fase de pico de postura, considerando-se que estas interferiram positivamente tanto no desempenho produtivo quanto nos parâmetros de qualidade dos ovos.

Recomenda-se, portanto, que as aves na fase de pico de postura devam ser mantidas à temperaturas entre 20°C e 25°C, superiores ao preconizado pelo Manual da linhagem (20°/20°C), o que é interessante para as condições dos alojamentos híbridos praticados no Brasil, visto que o dispêndio de energia para a climatização da instalação será menor, logo resultando em menor custo de produção.

Os níveis estudados de energia metabolizável na ração não influenciaram na maioria dos parâmetros estudados. Faz-se necessário, portanto, a realização de outros estudos que considerem níveis diferenciados, visando uma estimativa mais acertada nesse aspecto e, conseqüentemente mais viáveis economicamente.

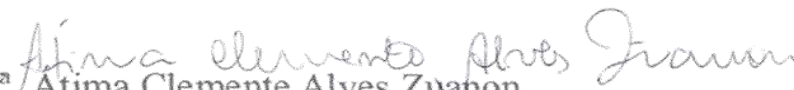
## APÊNDICE

### CERTIFICADO

A Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA/UFV certifica que o processo nº 73/2016, intitulado “Determinação da faixa de conforto térmico com base nas respostas produtivas e qualidade de ovos de galinhas em pico de postura submetidas a distintas dietas”, coordenado pela professora Ilda de Fátima Ferreira Tinôco do Departamento de Engenharia Agrícola, está de acordo com a Legislação vigente (Lei Nº 11.794, de 08 de outubro de 2008), as Resoluções Normativas editadas pelo CONCEA/MCTI, a DBCA (Diretriz Brasileira de Prática para o Cuidado e a Utilização de Animais para Fins Científicos e Didáticos) e as Diretrizes da Prática de Eutanásia preconizadas pelo CONCEA/MCTI, portanto sendo aprovado por esta Comissão em 20/12/2016, com validade de 12 meses.

### CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use/UFV certify that the process number 73/2016, named “Determination of thermal comfort range based on productive responses and quality of chicken eggs in peak production subjected to different diets”, is in agreement with the a actual Brazilian legislation ( Lei Nº 11.794, 2008), Normative Resolutions edited by CONCEA/MCTI, the DBCA (Brazilian Practice Guideline for the Care and Use of Animals for Scientific Purposes and Teaching) and the Guidelines of Practice the Euthanasia recommended by CONCEA/MCTI therefore being approved by the Committee on December 20, 2016 valid for 12 months.

  
Prof.<sup>a</sup> Atima Clemente Alves Zuanon  
Presidente


Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFV

## CERTIFICADO

A Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA/UFV certifica que o processo nº 05/2017, intitulado **“Influência de diferentes temperaturas e níveis de energia metabolizável nas repostas fisiológicas e tamanho de órgãos de galinhas em fase de pico de postura”**, coordenado pela professora Ilda de Fátima F. Tinôco do Departamento de Engenharia Agrícola, está de acordo com a Legislação vigente (Lei Nº 11.794, de 08 de outubro de 2008), as Resoluções Normativas editadas pelo CONCEA/MCTI, a DBCA (Diretriz Brasileira de Prática para o Cuidado e a Utilização de Animais para Fins Científicos e Didáticos) e as Diretrizes da Prática de Eutanásia preconizadas pelo CONCEA/MCTI, portanto sendo aprovado por esta Comissão em 11/04/2017, com validade de 12 meses.

## CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use/UFV certify that the process number 05/2017, named **“Influence of different temperatures and levels of metabolizable energy on the physiological responses and size of chick organs in the posture peak phase”**, is in agreement with the actual Brazilian legislation ( Lei Nº 11.794, 2008), Normative Resolutions edited by CONCEA/MCTI, the DBCA (Brazilian Practice Guideline for the Care and Use of Animals for Scientific Purposes and Teaching) and the Guidelines of Practice the Euthanasia recommended by CONCEA/MCTI therefore being approved by the Committee on April 11, 2017 valid for 12 months.

  
Prof. Atima Clemente Alves Zuanon  
Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFV