

RAFAELLA RESENDE ANDRADE

**DETERMINAÇÃO DA FAIXA DE CONFORTO TÉRMICO PARA
GALINHAS POEDEIRAS NA FASE INICIAL DE CRIAÇÃO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2017

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

T

A553d
2017
Andrade, Rafaella Resende, 1989-
Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas
poedeiras na fase inicial de criação / Rafaella Resende Andrade.
– Viçosa, MG, 2017.
xi, 64f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Aves - Criação. 2. Galinhas. 3. Temperatura corporal -
Regulação. 4. Meio ambiente. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de
Pós-graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22 ed. 636.5

RAFAELLA RESENDE ANDRADE

**DETERMINAÇÃO DA FAIXA DE CONFORTO TÉRMICO
PARA GALINHAS POEDEIRAS NA FASE INICIAL DE CRIAÇÃO**

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

APROVADA: 21 de fevereiro de 2017.



Cecília de Fátima Souza



Fátima de Jesús Folgôa Baptista



Matteo Barbari



Vasco Manuel Fitas da Cruz



Ilda de Fátima Ferreira Tinôco
(Orientadora)

À Deus, por ter me colocado neste importante caminho.
Sempre lembrando que existe um Deus que tudo pode e tudo
faz para aquele que confia!

Aos meus pais, Adir e Magda, que sempre abraçam meus
sonhos com tanto apoio e carinho! A vocês, pais queridos,
partilho a alegria deste momento. Razão da minha existência,
estudo e amor em todos os momentos da minha vida. Sem
vocês eu nada seria!

OFEREÇO E DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo consentimento da vida, por guiar meus passos, pela sustentação nos momentos de angústia, me dando força, coragem para superar os obstáculos encontrados e colocando boas pessoas no meu caminho, que contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal.

À Universidade Federal de Viçosa pela excelência no ensino e pela oportunidade da realização do mestrado.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola e seus funcionários.

Em especial, a minha orientadora Professora Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, pela orientação, oportunidade, amizade, ajuda em todos os momentos, por compartilhar valiosos conhecimentos. Por quem tenho imenso carinho e admiração. Serei eternamente grata!

Aos meus co-orientadores Prof. Fernando da Costa Baêta e Luiz Fernando Teixeira Albino pelas sugestões e contribuições para a realização deste trabalho. Ao Prof. Paulo Roberto Cecon pelo auxílio nas análises estatísticas.

A Professora Cecília de Fátima Souza por todo apoio, incentivo, amizade e por aceitar a fazer parte da banca examinadora.

Aos professores Sérgio Zolnier e Delly pelas contribuições que me ajudaram neste trabalho.

Aos professores Matteo Barbari, Fátima de Jesus Folgôa Baptista e Vasco Manuel Fitas da Cruz por aceitarem a fazer parte da banca examinadora e pelas valiosas sugestões para melhoria deste trabalho.

A minha família, pelo amor incondicional e incentivo. Em especial, aos meus sobrinhos, Arthur e Davi, que me mostram uma vida mais leve e muito mais feliz!

Ao meu namorado Willian, pelo amor e compreensão, mesmo distante sempre tão presente, com preciosos conselhos. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho. Sem você teria sido impossível chegar até aqui!

Aos amigos do AMBIAGRO, Letícia, Tatiany, Luís Gustavo, Carlos, Kelle, Monique, Diogo, Fernanda, Robinson, Lina, Múcio e Jadson, pelo apoio constante durante o mestrado e realização do experimento.

Em especial, agradeço a Márcia, pela valiosa ajuda em todas as etapas do experimento e durante o mestrado.

Ao Felipe Santos Dalólio pela importante contribuição para a realização deste trabalho.

Aos estagiários, João, Willian, Isabella e Vitória que auxiliaram na execução do experimento,

Ao CNPq, CAPES, FAPEMIG pelo apoio financeiro a esta pesquisa e concessão de bolsa.

À empresa Lohmann do Brasil, pelo apoio indispensável para a realização deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram na realização e conquista da minha formação e desde trabalho. Muito Obrigada!

BIOGRAFIA

RAFAELLA RESENDE ANDRADE, filha de Adir Andrade e Magda Aparecida Andrade, nasceu em Lavras, Minas Gerais, em 21 de março de 1989.

Em março de 2009, ingressou no curso de graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Lavras.

Em novembro de 2014, submeteu-se à defesa de sua monografia “Ambiente acústico e produção de gases em diferentes instalações de crescimento e terminação de suínos”, sob a orientação do Prof. Alessandro Torres Campos, assim concluindo o curso de graduação em Engenharia Agrícola.

Em março de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, em nível de mestrado, na área de Construções Rurais e Ambiente.

Em fevereiro de 2017 submeteu-se à defesa de sua dissertação intitulada **Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas poedeiras na fase inicial de criação**, sob a orientação da Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I - DETERMINAÇÃO DA FAIXA DE CONFORTO TÉRMICO PARA GALINHAS POEDEIRAS DURANTE A FASE INICIAL DE CRIAÇÃO COM BASE EM RESULTADOS DE DESEMPENHO PRODUTIVO	6
Resumo.....	6
Abstract	8
1.1 INTRODUÇÃO	10
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	13
1.2.1 Caracterização da instalação utilizada durante a fase de cria	13
1.2.2 Descrição do ambiente térmico.....	14
1.2.3 Instrumentos e medições utilizados na caracterização dos ambientes.....	15
1.2.3.1 Temperatura do ar, umidade relativa do ar e índice de temperatura do globo negro e umidade relativa.	15
1.2.4 Manejo das aves de postura durante a fase de cria	16
1.2.5 Coleta de dados referentes ao desempenho zootécnico das aves.....	17
1.2.6 Delineamento Experimental	18
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
1.3.1 Ambiente de criação	18
1.3.2 Desempenho zootécnico das aves.....	21
1.3.2.1 Peso Corporal.....	21
1.3.2.2 Consumo de ração.....	23
1.3.2.3 Ganho de Peso	26
1.3.2.4 Uniformidade	29
1.3.2.5 Desempenho produtivo acumulado das aves até quarenta e dois dias de vida, em cada um dos diferentes ambientes térmicos	30
1.3.3 Viabilidade.....	31
1.4 CONCLUSÕES	33
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
CAPÍTULO II - EFEITO DE DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS SOBRE A HOMEOSTASE E TEMPERATURA SUPERFICIAL DE GALINHAS POEDEIRAS DURANTE A FASE INICIAL DE CRIAÇÃO.....	37
Resumo.....	37
Abstract	39
2.1 INTRODUÇÃO	41

2.2	MATERIAL E MÉTODOS	43
2.2.1	Caracterização da instalação utilizada durante a fase de cria	43
2.2.2	Descrição do ambiente térmico.....	44
2.2.3	Instrumentos e medições utilizados na caracterização dos ambientes.....	45
2.2.4	Manejo das aves de postura durante a fase de cria	46
2.2.5	Coleta de dados referentes às variáveis fisiológicas das aves	47
2.2.6	Delineamento Experimental	49
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
2.3.1	Parâmetros fisiológicos das aves sob diferentes situações de ambiente térmico.....	50
2.3.1.1	Temperatura Cloacal.....	50
2.3.1.2	Temperatura Superficial - valores de temperatura superficial obtidos utilizando de termômetro infravermelho digital	53
2.3.1.3	Temperatura Superficial - valores de temperatura superficial com base em imagens termográficas.	54
2.4	CONCLUSÕES	58
2.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
3.1	APÊNDICES.....	62

RESUMO

ANDRADE, Rafaella Resende, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017. **Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas poedeiras na fase inicial de criação.** Orientadora: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Coorientadores: Fernando da Costa Baêta, Luiz Fernando Teixeira Albino e Paulo Roberto Cecon.

Tendo em vista a importância da avicultura de postura nacional e a premente necessidade do Brasil em verificar as temperaturas de conforto realmente adequadas às aves aclimatizadas ao país, foi realizado este experimento com o objetivo de avaliar, para pintainhas de postura leves da linhagem Lohmann LSL Lite no período de um a quarenta e dois dias de idade, os efeitos de diferentes valores de temperatura ambiente, incluindo e comparativamente àqueles indicados pelo manual da linhagem, sobre o desempenho produtivo (ganho de peso, conversão alimentar, peso final, viabilidade e uniformidade) e respostas fisiológicas (temperatura superficial média e temperatura cloacal) das aves. Objetivou-se, também, a utilização do processamento de imagens termográficas por infravermelho na identificação da variação da temperatura superficial das aves. Os diferentes ambientes estudados foram: conforto preconizado pela literatura do Manual da linhagem (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)), dois níveis de estresse por frio e um nível de estresse por calor. O experimento foi desenvolvido em quatro câmaras climáticas localizadas na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), do Setor de Construções Rurais e Ambiente, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa/Minas Gerais. Os resultados obtidos foram reportados em dois capítulos, sendo o primeiro intitulado: “Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas poedeiras durante a fase inicial de criação com base em resultados de desempenho produtivo” e o segundo: “Efeito de diferentes ambientes térmicos sobre a homeostase e temperatura superficial de galinhas poedeiras durante a fase inicial de criação”. Foi confirmado que o desempenho e respostas fisiológicas de aves de postura durante a fase inicial de criação é melhor no ambiente já preconizado como sendo de conforto para a linhagem, com valores médios de temperatura de 33, 28, 26, 23, 19 e 19 °C (para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente), podendo-se manter o uso desta recomendação para a avicultura de postura do Brasil, por ser esta a faixa térmica que propicia melhor conforto e bem-

estar às aves nesta idade. A utilização do processamento de imagens termográficas por infravermelho identificou a variação da temperatura superficial das aves entre os diferentes tratamentos e maiores temperaturas foram encontradas para as regiões da cabeça e perna das aves de postura.

ABSTRACT

ANDRADE, Rafaella Resende, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2017. **Determination of the thermal comfort range for early-stage laying hens.** Adviser: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-advisers: Fernando da Costa Baêta, Luiz Fernando Teixeira Albino and Paulo Roberto Cecon.

Considering the importance of domestic poultry farming and the urgent need of Brazil to verify the comfort temperatures actually adequate to birds acclimatized to the country, an experiment was carried out with the objective of evaluating the effects of different values of environmental temperature for lightweight laying chicks of the Lohmann LSL Lite line during the period from one to forty-two days of age, including and comparing to those values indicated by the line manual, on the productive performance (weight gain, feed conversion, final weight, viability and uniformity) and physiological responses (mean surface temperature and cloacal temperature) of birds. Moreover, we also aimed to use infrared thermal imaging in the identification of the variation of the superficial temperature of the birds. The different studied environments were: comfort recommended by the literature of the line manual (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)), two levels of cold stress and one level of heat stress. The experiment was carried out in four climatic chambers located in the experimental area of the Center of Research in Ambience and Engineering of Agroindustrial Systems (AMBIAGRO) of the Sector of Rural Constructions and Ambience, Department of Agricultural Engineering of the Federal University of Viçosa in Viçosa/Minas Gerais. The obtained results were reported in two chapters, the first one entitled: "Determination of the thermal comfort range for early-stage laying hens based on productive performance results" and the second one: "Effect of different thermal environments on homeostasis and surface temperature of early-stage laying hens". It was confirmed that the performance and physiological responses of early-stage laying hens is better in the environment already recommended as being of comfort for the line with mean temperature values of 33, 28, 26, 23, 19, and 19°C (for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of the birds age, respectively). The use of this recommendation can be maintained for poultry farming in Brazil, since this is the thermal range that provides better comfort and well-being to the birds at this age. The use of infrared thermographic imaging identified the

variation of the superficial temperature of the birds among the different treatments and higher temperatures were found for the head and leg regions of the laying birds.

INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura de postura, como segmento importante na produção de alimento humano, ocupa posição de destaque na economia brasileira. A produção de ovos de galinhas poedeiras totalizou 39,1 bilhões de unidades produzidas no ano de 2016, sendo que o Estado de São Paulo continua liderando amplamente o ranking da produção de ovos detendo 29,5% da produção nacional (IBGE, 2017; UBABEF, 2016). O aumento expressivo na produção de ovos por galinha ocorreu principalmente devido aos sistemas agrícolas altamente intensivos, nutrição otimizada e genética melhorada (REGMI et al., 2015).

Contudo, para que o setor de produção de ovos se mantenha em crescimento no Brasil, de maneira a atender as demandas do mercado consumidor nacional e internacional, torna-se cada vez mais necessário aliar o ambiente adequado, que atenda às específicas exigências das aves em cada uma de suas fases de criação e produção e que propicie, às mesmas, melhores condições de bem-estar animal.

Neste sentido, as aves exigem do meio em que habitam condições precisas de ambiente, tais como: temperatura, umidade, pressão, luminosidade, nível sonoro, conteúdo de oxigênio, anidrido carbônico e nitrogênio. Cada indivíduo tem específicas capacidades de adaptação que lhe permite (até certo limite de adversidade) sobreviver quando alguma daquelas variáveis é modificada. (TINÔCO, 2001). Dentre as variáveis de interesse, tem-se que a temperatura do ar apresenta-se entre os principais fatores do ambiente causadores de perdas na produção animal em escala industrial (VITORASSO e PEREIRA, 2009), especialmente no caso de criações que ocorrem em alojamentos abertos ou parcialmente abertos, com ambiente apenas parcialmente controlado, como é a realidade do Brasil.

As galinhas de postura, desde o início da criação, necessitam de ambiente térmico adequado a cada fase da vida, que propicie condições de conforto com a finalidade de garantir ótimo desenvolvimento, resistência e performance produtiva em geral. Albino et al. (2014), mencionam que a capacidade das aves em direcionar a energia consumida para manutenção, peso e número de ovos está diretamente ligada às condições ambientais em que elas estão inseridas.

Quando o animal homeotermo (como é o caso das aves) é inserido em um ambiente confortável (caracterizados por apresentar valores adequados de temperaturas, sempre mais baixas que a temperatura basal corporal), ocorre

dissipação de calor do seu corpo para o ambiente, o que é benéfico devido a contínua produção de calor interno que necessita ser dissipado para garantir a sua homeotermia.

Contudo, em ambientes muito frios (temperaturas prejudicialmente muito abaixo da faixa de conforto térmico), pode ocorrer crescimento da taxa da perda de calor corporal de maneira muito intensa, que levaria a diminuição gradativa e contínua da temperatura corporal a níveis mínimos até que, persistindo a situação, o animal morra. Esta ocorrência é muito mais grave, em especial na fase inicial de criação das aves, quando o sistema termorregulador das mesmas ainda não está formado, causando prejuízos irreversíveis, como baixa uniformidade dos lotes, redução no peso e tamanho corporal final.

Segundo Baêta e Souza (2010), até certo limite de adversidade, o animal homeotermo em condições de baixa temperatura, consegue sobreviver através das compensações fisiológicas, aumentando a produção calórica e redução das perdas para o ambiente, podendo manter a temperatura interna controlada, contudo prejuízos na performance que podem ser irreversíveis.

Por outro lado, o estresse calórico devido a ambientes mais quentes dos que os desejáveis às aves, o que é muito comum durante a maior parte do ano nos países de clima tropical, acarreta muitos prejuízos, pois diminui a ingestão de alimentos, o desempenho das aves e consideravelmente a produção de carne e ovos (FUKAYAMA et al., 2005).

Segundo Furlan e Macari (2002), para aumentar à dissipação de calor na tentativa de compensar o estresse advindo de ambientes muito quentes, as aves utilizam do mecanismo sensível e latente de perda de calor. A dissipação de calor sensível ocorre através dos mecanismos não evaporativos, ou seja: radiação, convecção e condução, sendo que a variável que mais interfere nos processos de perda de calor é a diferença entre a temperatura da superfície da pele e a temperatura ambiente. Já a dissipação de calor latente, ocorre devido ao processo de evaporação, especialmente através do trato respiratório, sendo este de grande relevância pelo fato que as aves não possuem glândulas sudoríparas. Assim, quando as aves são inseridas em ambiente com altas temperaturas, ocorre a elevação da frequência respiratória e, com isso, o aumento da perda de calor através do trato respiratório.

Com base no exposto, fica claro que a temperatura ambiente é fator de grande importância sobre o desempenho das aves, em especial as mais jovens, as quais, quando mantidas na faixa de temperatura ideal, predominantemente apresentam taxas metabólicas mínimas, não ocorrendo desvio de nutrientes para manter a temperatura corporal, o que contribui para a expressão de seu potencial genético. Daí a importância de se buscar garantir, via condicionamento, o ambiente adequado dentro dos alojamentos de criação.

No entanto, faixas de temperatura até então consideradas como confortáveis as aves em suas diferentes idades, valores este oriundos predominantemente de pesquisas realizadas na América do Norte e Europa, podem não condizer com a realidade atual, em especial do Brasil, devido a alterações originárias da grande evolução genética de espécies, meios de crescimento e de gestão, densidade habitacional e gravidade do estresse térmico a que os animais são submetidos, o que permite uma adaptação e aclimação das espécies a condições específicas ambientais das diferentes regiões do mundo (CASSUCE et al., 2013).

Em estudo realizado por Cassuce et al. (2013), visando estudar as temperaturas ambiente que caracterizam o conforto térmico para frangos de corte desde o nascimento até 21 dias de idade, mantidos em cinco câmaras climáticas com diferentes temperaturas, os autores verificaram que as aves mantidas em condições até então entendidas como sendo de frio moderado (de 30°C na primeira semana, 27°C na segunda semana e 24°C na terceira semana), apresentaram melhores resultados de desempenho produtivo quando comparados ao ambiente anteriormente preconizado como confortável pela literatura clássica anterior (35, 32 e 29°C) respectivamente para as primeira, segunda e terceira semanas de vida das aves. Estes resultados mostram a divergência em relação aos valores reais e aqueles difundidos pela literatura, como sendo os ideais.

Várias pesquisas relacionadas ao bem-estar dos animais têm sido realizadas, tanto por razões de ordem ética, como pelo reconhecimento dos custos mais elevados que essas mudanças podem acarretar para os produtores e consumidores, podendo ser vistas através de análises de parâmetros produtivos que mostram o efeito do ambiente de criação sobre o desempenho e o bem-estar das aves (ALVES et al., 2007). O que se verifica, na realidade é que, mesmo para o Brasil como um dos maiores produtores de ovos do mundo, ainda não há estudos conclusivos que

quantifiquem o grau de influência da temperatura no desempenho, concomitantemente ao bem-estar das aves.

Diante do exposto, o desenvolvimento de pesquisas que buscam estabelecer a melhor faixa de temperatura para galinhas poedeiras na fase inicial de criação tornam-se indispensáveis, pois, podem garantir um ambiente mais adequado para seu desenvolvimento e, conseqüentemente, melhores níveis de bem-estar ao animal, ao mesmo tempo em que viabilizam a tomada de decisões mais acertadas de níveis necessários de condicionamento de ambiente e, por conseguinte, otimização do uso da energia e economia na produção.

O objetivo geral deste trabalho foi determinar faixas representativas de temperatura de conforto térmico para galinhas poedeiras na fase inicial de criação, submetidas a diferentes condições ambientais (conforto preconizado pela literatura, dois níveis de estresse por frio e um nível de estresse por calor) com base nos resultados de produtividade e respostas fisiológicas em aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, no período de um a quarenta e dois dias de idade, alojadas em câmaras climáticas.

A fim de reportar os resultados da presente pesquisa, a dissertação será apresentada em dois capítulos, intitulados:

- Capítulo I – Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas poedeiras durante a fase inicial de criação com base em resultados de desempenho produtivo
- Capítulo II – Efeito de diferentes ambientes térmicos sobre a homeostase e temperatura superficial de galinhas poedeiras durante a fase inicial de criação

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V.R.S.M. **Galinhas Poedeiras Criação e Alimentação**. Ed. Aprenda Fácil, 2014. 376 p.

ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.5, p.1388-1394, 2007.

BAÊTA, F. C. & SOUZA, C. F. **Ambiência em Edificações Rurais**. 2^a. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p.

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.

FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, E. R. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. **Ciência e Agrotecnologia**, p. 1272-1280, 2005.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. (2 ed.). Jaboticabal: FUNEP, 2002, p.209-230.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da Produção Pecuária, Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_201603caderno.pdf> . Acesso em janeiro. 2017

REGMI, P., T. S; DELAND, J. P.; STEIBEL, C. I.; ROBINSON, R. C.; HAUT, M. W. ORTH; D. M. KARCHER. Effect of rearing environment on bone growth of pullets. **Poultry Science**. v. 94, pag. 502–511, 2015.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas Brasileiros. **Revista brasileira de ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p1-26, 2001.

UBABEF. União Brasileira de Avicultores. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br>> . Acesso em: Janeiro. 2017.

VITORASSO, G. & PEREIRA, D. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 788-794, 2009.

CAPÍTULO I

Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas poedeiras durante a fase inicial de criação com base em resultados de desempenho produtivo

Resumo: O ambiente térmico a que são submetidas as galinhas poedeiras, especialmente durante a fase inicial de sua criação, deve ser bem manejado, uma vez que o estresse provocado por valores de temperaturas incompatíveis com as exigências das aves em suas diferentes fases de vida pode afetar negativamente o grau de bem-estar e, até mesmo de forma irreversível, a uniformidade do lote, predisposição a doenças, e todo o desempenho e eficiência produtiva futuros. Este trabalho foi conduzido objetivando determinar os efeitos de diferentes valores de temperatura ambiente sobre o desempenho (ganho de peso, conversão alimentar, peso final, viabilidade e uniformidade) de aves de postura no período de um a quarenta e dois dias de idade, com vistas à obtenção das faixas de temperaturas de conforto ideais para se atingir as condições mais rentáveis para a produção de ovos no Brasil. Foram alojadas 864 aves poedeiras leves da linhagem Lohmann LSL Lite, peso, origem e idade uniforme, distribuídas aleatoriamente em quatro câmaras climáticas, cada uma das quais com faixas de temperaturas diferenciadas, sendo que uma câmara foi mantida na faixa térmica preconizada pela literatura da linhagem (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)) como sendo de conforto térmico (33, 28, 26, 23, 19, 19 °C, para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente) e as demais mantidas em temperaturas entendidas como sendo de estresse por frio brando (28, 25, 23, 20, 17 e 17 °C, para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente) e moderado (25, 22, 20, 17, 17 e 17 °C para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente) e um nível de estresse por calor moderado (38, 31, 29, 26, 22 e 22 °C para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente). O experimento foi conduzido segundo um delineamento experimental inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas quatro tratamentos (calor moderado, conforto preconizado, frio brando e frio moderado) e nas subparcelas as avaliações (dias), com seis repetições. Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão. O desempenho final das aves para o

tratamento conforto preconizado, com faixa de temperatura de 33, 28, 26, 23, 19 e 19 °C (para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente) e respectivos valores de ITGU de 82,7, 76,9, 72,4, 70,7; 66,4 e 66,4 tenderam a apresentar melhores resultados de desempenho comparativamente aos demais tratamentos, confirmando a hipótese de que nessas temperaturas, as aves de postura estiveram dentro da faixa correspondente ao conforto térmico e, conseqüentemente, em situação de bem-estar, de 01 a 42 dias de vida, para as condições do Brasil.

Palavras-chave: ambiência, desempenho zootécnico, estresse por frio, poedeiras leves

Determination of the thermal comfort range for early-stage laying hens based on productive performance results

Abstract: The thermal environment to which laying hens are subjected should be well managed, especially during the creation initial stage. Since the stress caused by temperatures incompatible with the requirements of the birds in their different life stages can affect negatively the well-being degree and, even irreversibly, the uniformity of the lot, predisposition to diseases, and all future performance and productive efficiency. This study was performed to determine the effects of different environmental temperature values on the performance (weight gain, feed conversion, final weight, viability and uniformity) of laying birds from one to forty-two days of age in order to obtain the optimal comfort temperature ranges to reach the most profitable conditions for egg production in Brazil. A total of 864 lightweight laying hens of the Lohmann LSL Lite line with uniform weight, origin, and age were randomly distributed in four climatic chambers. Each chamber had differentiated temperature ranges. One chamber was kept in the thermal range recommended by the line literature (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (sd)) as being of thermal comfort (33, 28, 26, 23, 19, and 19°C for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of the birds age, respectively). The other chambers were kept in temperatures understood as being of mild cold stress (28, 25, 23, 20, 17, and 17°C for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of birds age, respectively), moderate cold stress (25, 22, 20, 17, 17, and 17°C for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of birds age, respectively), and one level of moderate heat stress (38, 31, 29, 26, 22, and 22°C for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of birds age, respectively). The experiment was carried out in a completely randomized design in the scheme of split plots with four treatments in the plots (moderate heat, recommended comfort, mild cold, and moderate cold) and the evaluations (days) in the subplots with six replications. Data were evaluated through analysis of variance and regression. The final performance of birds for the recommended comfort treatment, with a temperature range of 33, 28, 26, 23, and 19°C (for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of birds age, respectively) and respective BGHI values of 82.7, 76.9, 72.4, 70.7, 66.4 and 66.4 presented a tendency of better performance results when compared to the other

treatments, confirming that it was correct with regard to better thermal comfort and, possibly, well-being of the laying hens from one to 42 days of life for the conditions of Brazil.

Keywords: environment, growth performance, cold stress, laying hens

1.1 INTRODUÇÃO

O significativo desenvolvimento da avicultura brasileira nos últimos anos permitiu o aumento expressivo na produção de ovos, colocando-a como uma das principais atividades agropecuárias do país, tornando possível, ao consumidor, uma fonte proteica a custos reduzidos. Tal desenvolvimento foi resultado, em grande parte, devido ao melhoramento genético das aves de postura com o intuito de promover rápida velocidade de crescimento e alta produção de ovos, com reduções de um dia por ano na idade ao primeiro ovo nas últimas décadas (ARAÚJO, 2012). Dessa forma, com a redução do tempo disponível para a formação da ave, a fase de cria tem sua importância reforçada entre os diversos aspectos ligados à criação de aves de postura (NETO et al., 2008).

Semelhante ao que acontece em frangos de corte, a fase inicial de criação de galinhas poedeiras requer cuidados especiais em relação ao ambiente, manejo e nutrição, tendo em vista o bom desenvolvimento e o não comprometimento da qualidade da franga e, conseqüentemente, a produtividade da ave em postura. Durante a fase de cria é que ocorrem as maiores variações de peso e o desenvolvimento dos órgãos e de todos os tecidos, sendo que a formação completa e adequada dos órgãos deve ocorrer até cinco ou seis semanas de idade; entretanto, o sistema fisiológico ainda encontra-se em desenvolvimento, tanto do ponto de vista anatômico como funcional (ALBINO et al., 2014). Assim, o crescimento da ave de postura é caracterizado por alguns importantes aspectos fisiológicos, como formação óssea e muscular, empenamento e formação do aparelho reprodutor (RODRIGUEIRO et al., 2007).

No que diz respeito aos alojamentos, as aves de postura, na sua fase inicial de crescimento, devem ser protegidas de temperaturas muito reduzidas ou mesmo de variações bruscas de temperatura, fato que se constitui num grande problema para o caso de aviários abertos e sem ambiente controlado, como é o caso da quase totalidade das construções para aves de postura no Brasil. Assim, principalmente durante o período noturno e em condições de inverno, podem ocorrer grandes prejuízos financeiros, uma vez que um animal jovem estressado por frio dificilmente conseguirá recompor a uniformidade e o seu desempenho produtivo potencial ao longo de sua vida, o que reforça a importância de se atentar para a necessidade de mantê-lo sempre em condições de conforto térmico (TEIXEIRA, 1996).

No atual sistema de criação intensivo o ambiente tem influência de forma direta na condição de conforto e bem-estar animal, repercutindo sobre a manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão de seus comportamentos naturais, podendo comprometer o desempenho produtivo das aves (NAZARENO et al., 2009). A melhor produtividade do animal é alcançada quando estes são mantidos em ambiente termoneutro, ou seja, quando a energia do alimento não é desviada para compensar desvios térmicos em relação ao intervalo de termoneutralidade para eliminar ou manter o seu calor (PONCIANO et al., 2011). Sendo assim, o distanciamento da temperatura ambiente dos valores próximos à região termoneutra dos animais, perturbam o mecanismo termodinâmico que as aves possuem para se protegerem de extremos climáticos, levando ao desperdício de energia (ABREU e ABREU, 2003).

A zona de conforto térmico está relacionada com diversos fatores, tais como: peso, idade, estado fisiológico, nível de alimentação, genética, além de fatores ligados ao ambiente, como a temperatura e umidade do ar. Quando submetida ao estresse por frio, a ave busca manter a homeotermia através do aumento na produção de calor e reduzindo perdas; já em situação de estresse calórico o processo ocorre de forma inversa (COSTA et al., 2012).

Assim, quando em estresse por calor, entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, destaca-se a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Para conseguir um aumento da dissipação do calor, a ave busca aumentar a área superficial mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica, sendo que outra forma de perda de calor não evaporativo seria maior ingestão de água e aumento da produção de urina (BORGES et al., 2003).

A temperatura interna das aves oscila em torno de 41°C, sendo que a temperatura ambiente indicada pela literatura para frangos de corte, poedeiras e matrizes, pode oscilar entre 15 e 28 °C, sendo que nos primeiros dias de vida a temperatura deve ficar entre 33 a 34 °C, dependendo da umidade relativa do ar, que pode variar de 40 a 80% (FERREIRA, 2016; SANTOS et al., 2012). De acordo com Teeter e Belay, (1996), uma temperatura ambiente aceitável após a eclosão das aves é de 35 °C, enquanto que, após quatro semanas de vida, temperaturas de 35 °C tendem a provocar resposta significativa de estresse por calor. Assim, a zona de

conforto para aves recomendada pela literatura, diminui de 35 °C na eclosão para aproximadamente 24 °C na fase adulta destes animais.

Com isso, para as condições do clima do Brasil, observa-se a necessidade de aquecimento suplementar durante a fase inicial de vida das aves, por serem estas sensíveis ao frio. Entretanto, durante a fase de crescimento e produção, as aves sofrem em ambientes com temperaturas elevadas, sendo que tolerância/exigência por calor reduz com a idade devido, entre outros fatores, ao empenamento, o qual isola a superfície externa da ave, evitando perdas excessivas de calor (SOUSA, 2013).

De acordo com a tabela internacional da linhagem Lohmann LSL – Lite, os dados de peso semanais para as aves durante a fase de cria, quando criadas em condições de conforto, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Dados de Peso Corporal semanal, em gramas, de galinhas poedeiras da linhagem Lohmann LSL – Lite criadas em condições de conforto térmico.

Semanas	Peso Corporal (g)	
	Média	Faixa
1	70	68 - 72
2	120	116 - 124
3	185	179 - 191
4	255	247 - 263
5	334	324 - 344
6	425	412 - 438

Fonte: Manual Lohmann LSL – Lite (s.d).

Diante do exposto, mesmo conhecendo a importância do ambiente térmico na criação de aves, pouco se sabe sobre as temperaturas ideais para aves de postura na fase inicial de criação adaptadas às condições brasileiras, ocasião em que as aves são mais vulneráveis a problemas relacionados ao frio, o que justifica o presente estudo.

Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho determinar e avaliar as faixas de conforto térmico (avaliadas em termos de temperatura do ar e Índices de Temperatura do Globo Negro e Umidade, ITGU) para aves de postura na fase inicial de criação, que repercutam em melhor desempenho produtivo.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Caracterização da instalação utilizada durante a fase de cria

O experimento foi desenvolvido em quatro câmaras climáticas, (Figuras 1A e 1B), cada uma com as seguintes dimensões: 3,2m de comprimento x 2,44m de largura x 2,38 de altura, localizadas na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), do Setor de Construções Rurais e Ambiência, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa/Minas Gerais.



A



B

Figuras 1. A) Vista externa das câmaras climáticas e B) Vista interna de uma das câmaras climáticas.

O município de Viçosa está localizado nas seguintes coordenadas: latitude $20^{\circ} 46' 17''$ Sul e longitude $42^{\circ} 52' 21''$ Oeste, em região com altitude média de 670m e clima caracterizado por inverno frio e seco e verão quente e úmido, segundo a classificação de Köppen.

Cada câmara climática é equipada com um aquecedor de ar de resistência elétrica com 2.000 W de potência, um condicionador de ar do tipo “split” quente / frio, de 12.660 kJ/h e um umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa (valor médio) de 300 ml por hora. O aquecedor e o umidificador são operados por meio de controlador eletrônico MT – 531R Plus, de temperatura e umidade que apresenta as seguintes especificações: temperatura de controle variando de -10°C a 70°C com resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$, umidade de controle variando de 20% a 85% com resolução de 0,1%.

A instalação conta ainda com dois exaustores axiais AMB (modelo FD08025 S1M; DC 12 V, 0,15 A) responsáveis pela renovação higiênica do ar, os quais proporcionaram 3 a 6 renovações por hora no interior das câmaras climáticas, durante todo o período experimental.

As concentrações de amônia (NH₃) e dióxido de carbono (CO₂) nas câmaras climáticas foram monitoradas durante toda a fase experimental, apenas com o fim de garantir condições adequadas de qualidade do ar no interior das mesmas. Assim, diariamente os valores de concentração de NH₃ foram registrados, por meio do sensor Gas Alert Extreme NH₃ Detector (BW Technologies®, Oxfordshire, UK) com capacidade de detecção de 0-100 ppm, temperatura de operação de -4 e 40 °C, e precisão de 2% (a 25 °C e umidade relativa de 15 a 90%). A mensuração da concentração de CO₂, obtida diariamente, no interior das câmaras foi feita por meio de um sensor digital AZ 77535 temp/RH/CO₂, com resolução de ±1 ppm e acurácia de ±50 ppm o qual detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 10.000 ppm. Os máximos valores das concentrações desses gases permitidos para aves de postura são de 20 ppm para a NH₃ e 3000 ppm para o CO₂. Caso fossem observados valores de concentrações de NH₃, ou CO₂ superiores aos valores de segurança para aves, imediatamente seria intensificado o sistema de ventilação mínima, garantindo-se uma maior troca gasosa e, conseqüentemente, garantia de qualidade do ar dentro dos padrões normais para a espécie.

1.2.2 Descrição do ambiente térmico

Em cada uma das quatro câmaras climáticas utilizadas foram estabelecidos quatro distintos ambientes térmicos, constituindo os quatro seguintes tratamentos: uma das faixas de temperatura foi tida como conforto preconizado pela literatura (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)), as demais como sendo dois níveis de estresse por frio (brando e moderado) e um nível de estresse por calor (moderado). Considerando-se que a exigência térmica das aves varia com a idade, buscou-se representar esta exigência em cada semana de vida das aves durante o período experimental. A variação da temperatura semanal ocorreu até a quinta semana, sendo que a sexta semana manteve-se com temperatura similar a da quinta

semana. Na Tabela 2 encontram-se apresentadas as diferentes temperaturas utilizadas nesta investigação.

Tabela 2. Temperatura do ar no ambiente interno das câmaras climáticas, em °C, em função dos diferentes Tratamentos (Calor Moderado (CM); Conforto preconizado (CP); Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)) e semanas de idade das aves de postura, da linhagem Lohmann LSL Lite, com 01 a 42 dias.

Tratamentos	T°C				
	1 ^a semana	2 ^a semana	3 ^a semana	4 ^a semana	5 ^a e 6 ^a semana
Calor Moderado (CM)	38	31	29	26	22
Conforto preconizado (CP)	33	28	26	23	19
Frio Brando (FB)	28	25	23	20	17
Frio Moderado (FM)	25	22	20	17*	17*

Fonte: Adaptado Management Guide Lohmann LSL LITE (s.d); Albino et al. (2014); Ferreira (2016)

*houve necessidade de se trabalhar com temperatura mínima obtida na câmaras, de 17°C.

A umidade relativa do ar foi monitorada e os valores mantidos durante todo o período experimental e em todos os tratamentos em torno de 60%, em uma faixa entre 55 e 65%, por ser considerado um valor adequado à produção avícola, independente da idade das aves (TINÓCO, 2001; FERREIRA, 2016; MEDEIROS et al., 2005).

1.2.3 Instrumentos e medições utilizados na caracterização dos ambientes

Os valores de temperatura do ar (T_{ar}), umidade relativa do ar (UR) e temperatura de globo negro (T_{gn}) foram registrados a cada 5 minutos, 24 horas por dia, durante todo o período experimental.

1.2.3.1 Temperatura do ar, umidade relativa do ar e índice de temperatura do globo negro e umidade relativa.

Para mensuração de T_{ar} e UR, foi utilizado dataloggers HOBOTM T/RH, Modelo U14-001 (-20°C a +70°C), com precisão de 0,7°C. Para obtenção da T_{gn} , foi instalado um globo negro no interior de cada câmara climática, dentro do qual foi alocado um mini sensor registrador de temperatura Testo®, modelo 174, com resolução de 0,1°C, faixa de medição entre -30 a 70°C e acurácia de $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Os sensores foram instalados à altura das aves, no centro de cada câmara climática.

Através dos dados coletados das variáveis climáticas, foi calculado o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), por meio da equação 1 proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} + 41,5 \quad (1)$$

Em que:

ITGU = Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade;

T_{gn} = Temperatura de globo negro, °C;

T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho, °C

1.2.4 Manejo das aves de postura durante a fase de cria

Todos os procedimentos adotados no referido experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), com o protocolo de registro número 45/2016 (cópia do certificado página 64).

O experimento foi realizado com aves de postura de mesma idade, procedência e peso uniforme, no período de um a quarenta e dois dias de idade, considerada a fase de cria para aves poedeiras. Este período é caracterizado pela necessidade de aquecimento do ambiente de criação para obtenção dos valores de temperatura exigida pelos animais, sendo denominado “período de aquecimento”, fase na qual a ave ainda não apresenta o sistema termorregulador completamente formado.

Durante a fase experimental foram alojadas, em gaiolas, 864 pintainhas de postura leves da linhagem Lohmann LSL Lite, com peso médio inicial de 41,53g, distribuídas de forma homogênea em quatro câmaras climáticas (quatro tratamentos), totalizando 216 aves por tratamento. As gaiolas possuem 0,50 m² de área (0,50m de largura x 1,0m de comprimento) e 0,5m de altura, sendo seis unidades por câmara, perfazendo seis repetições por tratamento, sendo cada tratamento constituído pelas distintas temperaturas.

Antes do início do período experimental, efetuou-se a uniformização das aves nos tratamentos, padronizando-as por peso corporal similar, mesma idade e

provenientes de um mesmo matrizeiro. Do primeiro dia ao fim da quarta semana, cada gaiola abrigou 36 pintainhas, de forma a garantir uma densidade de $140 \text{ cm}^2 \cdot \text{ave}^{-1}$. A partir do início da quinta semana até o fim da sexta semana, foi utilizada a densidade de $285 \text{ cm}^2 \cdot \text{ave}^{-1}$, o que corresponde a 18 aves em cada gaiola (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d); PATTERSON, P. H.; SIEGEL, H. S, 1998). Tal procedimento foi adotado para garantir a densidade utilizada pela indústria avícola, em condições de campo, para cada uma das diferentes idades.

Para o período de um a quarenta e dois dias de idade das aves o fornecimento de água e de ração foi ad libitum, sendo que esse manejo ocorreu duas vezes ao dia (7 e 17h), diariamente, de maneira a manter os bebedouros e os comedouros sempre abastecidos. A formulação da ração fornecida durante essa fase inicial de criação apresentou composição e valores nutricionais utilizados de acordo com Rostagno et al. (2011).

O programa de luz seguido foi de acordo com o estabelecido pelo manual da linhagem (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)), sendo que nos primeiros dois dias de vida das aves foram fornecidos 24 horas de luz diária, do terceiro ao sexto dia de vida, foram fornecidos 18 horas de luz. O período de luz foi reduzido semanalmente até que se atingiu 10 horas de luz na sexta semana de idade das aves.

1.2.5 Coleta de dados referentes ao desempenho zootécnico das aves

Para os dados relacionados ao desempenho dos animais foram avaliados, semanalmente, os resultados de: **peso corporal (PC)** – em gramas. Para isto, no primeiro dia experimental todas as aves foram pesadas e distribuídas aleatoriamente entre as gaiolas; posteriormente, ao final de cada semana experimental, as aves foram pesadas; **ganho de peso (GP)** – em gramas. Assim, ao final de cada semana de experimento, foi registrado o peso das aves e feita a diferença em relação ao peso da semana anterior; **consumo de ração (CR)** – em gramas. Calculado diariamente a partir da diferença entre a alimentação fornecida e o excedente disponível nos comedouros, ao final de cada semana foi calculada a quantidade média de ração consumida em cada repetição; **conversão alimentar (CA)** – obtida pela relação entre

o consumo de ração, em gramas/ ganho de peso, em gramas; **uniformidade (U)** – em %. Calculada com base no peso médio do lote, de onde se determinou uma variação do peso com tolerância de dez por cento acima e abaixo, cada ave foi pesada individualmente, assim determinou-se a porcentagem de aves dentro dessa variação, que representou o peso médio do lote; **viabilidade de criação** – em %, obtida pelo número de aves vivas/ pelo total de aves, multiplicado por 100.

1.2.6 Delineamento Experimental

O experimento foi conduzido segundo delineamento experimental inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas quatro tratamentos (calor moderado, conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite, frio brando e frio moderado) e nas subparcelas as avaliações (dias), com seis repetições. Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando o nível de 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo foi utilizada a análise de regressão e os modelos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” adotou-se o nível de 10% de probabilidade no coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQ Regressão} / \text{SQ Tratamento}$) e no comportamento do fenômeno em estudo.

Independentemente da interação ser ou não significativa, optou-se pelo desdobramento da mesma devido ao interesse no estudo. Os resultados foram interpretados estatisticamente utilizando-se o Programa Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG (2007).

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Ambiente de criação

As médias dos valores de temperatura, umidade relativa do ar e índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), correspondentes a cada ambiente térmico estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Médias e desvios padrões dos valores de temperatura do ar (Tar), umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para cada condição climática avaliada (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)), no período de 01 a 42 dias de vida das aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite

Ambientes Térmicos	Tar (°C)	UR(%)	ITGU
Primeira Semana			
Calor Moderado (CM)	37,9 ± 0,2	55,5 ± 2,4	89,0 ± 1,5
Conforto Preconizado (CP)	33,0 ± 0,4	56,5 ± 1,2	82,7 ± 1,3
Frio Brando (FB)	28,0 ± 0,3	62,4 ± 2,5	76,3 ± 0,5
Frio Moderado (FM)	25,0 ± 0,2	61,6 ± 1,5	72,3 ± 0,5
Segunda Semana			
Calor Moderado (CM)	31,1 ± 0,5	60,1 ± 2,0	80,7 ± 0,6
Conforto Preconizado (CP)	28,2 ± 0,5	62,6 ± 2,4	76,9 ± 0,8
Frio Brando (FB)	25,1 ± 0,6	63,1 ± 1,5	71,8 ± 1,4
Frio Moderado (FM)	22,1 ± 0,6	62,9 ± 2,0	69,1 ± 1,2
Terceira Semana			
Calor Moderado (CM)	29,1 ± 0,4	61,1 ± 2,2	76,9 ± 1,1
Conforto Preconizado (CP)	26,0 ± 0,5	60,4 ± 2,4	72,4 ± 0,9
Frio Brando (FB)	23,1 ± 0,5	60,9 ± 0,2	70,9 ± 1,4
Frio Moderado (FM)	20,1 ± 0,2	64,1 ± 0,8	66,3 ± 1,1
Quarta Semana			
Calor Moderado (CM)	26,0 ± 0,6	62,3 ± 0,5	73,8 ± 1,0
Conforto Preconizado (CP)	23,1 ± 0,7	62,8 ± 0,7	70,7 ± 1,2
Frio Brando (FB)	20,1 ± 0,5	60,3 ± 0,2	66,3 ± 0,8
Frio Moderado (FM)	17,0 ± 0,5	64,6 ± 0,5	63,6 ± 0,6
Quinta e Sexta Semana			
Calor Moderado (CM)	22,1 ± 0,4	64,6 ± 0,2	70,2 ± 2,4
Conforto Preconizado (CP)	19,2 ± 0,5	62,7 ± 1,2	66,4 ± 1,3
Frio Brando (FB)	17,0 ± 0,2	64,5 ± 0,5	63,8 ± 0,2
Frio Moderado (FM)	17,0 ± 0,2	64,2 ± 1,3	63,6 ± 0,2

As médias dos valores de temperatura e de umidade relativa do ar registrados mantiveram-se próximos aos valores propostos para cada ambiente térmico, indicando controle adequado do ambiente no interior das câmaras climáticas. A manutenção da umidade relativa sem grandes oscilações é fundamental para o desenvolvimento das pintainhas (JACOME et al., 2007). Ainda não existem, na literatura, estudos conclusivos sobre os valores de temperatura e ITGU que resultam em melhores resultados de desempenho para aves de postura durante cada semana da fase de cria, portanto, os valores obtidos neste experimento foram comparados com aqueles preconizados como ideais para frangos de corte.

Tomando-se por base os valores de Cella et al. (2001), que apresentam como conforto térmico, para frangos de corte de 1 a 7 dias, valores de ITGU de $81,6 \pm 0,59$ para a primeira semana; de $76,3 \pm 0,59$ para a segunda semana e de $72,9 \pm 1,14$ para a terceira semana, observa-se que, para a primeira a segunda semana deste experimento, o tratamento conforto preconizado esteve mais próximos destes valores. Já para a terceira semana experimental, os tratamentos conforto preconizado e frio brando tenderam a apresentar-se mais próximos dos valores de ITGU para o conforto térmico.

Em estudo realizado por Medeiros et al. (2005) com frangos de corte, de 1 a 21 dias de idade, em câmaras climáticas, os autores classificaram os ambientes de estudo de acordo com os valores de temperatura e com o ITGU, considerando como ambiente frio aquele que apresentou temperaturas entre 16 e 20°C e ITGU entre 59 e 67, ambientes confortáveis, aqueles com valores de temperatura de 26°C e ITGU variando de 69 a 77 e ambientes quentes, com temperatura variando de 32 a 36 °C e ITGU de 78 a 88. Observa-se que durante as semanas avaliadas o tratamento conforto preconizado manteve-se dentro da faixa de ITGU considerada como de conforto para frangos de corte, por Medeiros et al. (2005), entre a segunda e quarta semana de vida das aves. Verifica-se que o tratamento frio moderado no presente estudo apresentou ITGU abaixo do estabelecido pelos mencionados autores como conforto a partir da terceira e até o fim da semana sexta e o tratamento frio brando apresentou ITGU abaixo do recomendado a partir da quarta semana. O tratamento calor moderado apresentou-se com ITGU acima do recomendado para a primeira e segunda semana de vida das aves.

Jacome et al. (2007), ao analisarem os índices de conforto térmico de pintainhas de aves de postura, nas fases de cria, em galpão coberto com telha de cerâmica, encontrou valores de ITGU na faixa de 79,2 - 75,1 para as primeiras semanas de vida das aves, tendo considerado estes valores como abaixo dos níveis de conforto, encontrando falha no aquecimento das pintainhas. Situação semelhante foi encontrada nesta pesquisa durante todo o período experimental para o tratamento frio moderado.

1.3.2 Desempenho zootécnico das aves

1.3.2.1 Peso Corporal

Encontram-se apresentados, na Tabela 4, os valores de peso corporal (PC), das pintainhas, com idade de 01 a 42 dias, da linhagem Lohmann LSL Lite submetidas aos tratamentos térmicos calor moderado (CM), conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite (CP), frio brando (FB) e frio moderado (FM).

Tabela 4. Valores médios de peso corporal (PC), em gramas, para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, com 01 a 42 dias de idade, para as respectivas combinações de dias e ambientes térmicos (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM))

Dias de vida das aves	PC			
	CM	CP	FB	FM
1	43,23 ^a	42,34 ^a	39,68 ^a	40,88 ^a
8	66,41 ^a	67,68 ^a	64,58 ^a	64,30 ^a
15	106,93 ^a	114,11 ^a	111,61 ^a	107,61 ^a
22	179,44 ^a	185,75 ^a	170,44 ^a	164,80 ^a
29	265,93 ^a	254,50 ^a	239,64 ^a	240,55 ^a
36	331,72 ^a	348,22 ^a	320,06 ^a	324,70 ^a
42	410,72 ^a	430,42 ^a	409,44 ^a	411,68 ^a

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

Para a avaliação do desempenho zootécnico das aves submetidas aos distintos tratamentos e em relação a cada idade avaliada, verifica-se que o peso corporal inicial foi igual, comprovando que as aves foram uniformizadas, descartando a possibilidade de eventual favorecimento inicial em relação a algum dos tratamentos.

Observa-se que, para as aves, respectivamente com 08, 22, 29 e 36 dias de idade, os maiores valores de peso corporal foram encontrados para aquelas submetidas ao tratamento calor moderado e conforto preconizado. Aos quarenta e dois dias de idade, as aves do conforto preconizado, submetidas à temperatura ambiente de 19,0°C alcançaram maior peso médio de 430,42g, sendo o único tratamento a apresentar peso dentro da faixa considerada como ideal para aves no

final da fase de cria, de acordo com manual da linhagem (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)).

Pela análise de regressão relativa ao peso corporal das aves de postura, para todos os tratamentos, ficou demonstrado efeito linear crescente ($P < 0,01$) da idade das aves sobre o peso corporal, havendo aumento de peso à medida que ocorreu aumento da idade das aves (Tabela 5; Figura 2).

Tabela 5. Equações de regressão ajustadas da variável peso corporal (PC) de aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, de 01 a 42 dias idade, em função dos dias avaliados para os diferentes ambientes térmicos (calor moderado (CM), conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite (CP), frio brando (FB) e frio moderado (FM)) e coeficientes de determinação

Ambiente térmico	Equações Ajustadas	r^2
CM	$\hat{Y} = -12,1471 + 9,6092^{**}D$	0,9821
CP	$\hat{Y} = -15,2720 + 9,9997^{**}D$	0,9793
FB	$\hat{Y} = -13,7258 + 9,3649^{**}D$	0,9769
FM	$\hat{Y} = -16,0789 + 9,4652^{**}D$	0,9726

CM: calor moderado / CP: conforto preconizado / FB: frio brando / FM: frio moderado

** ($P < 0,01$), pelo teste "t".

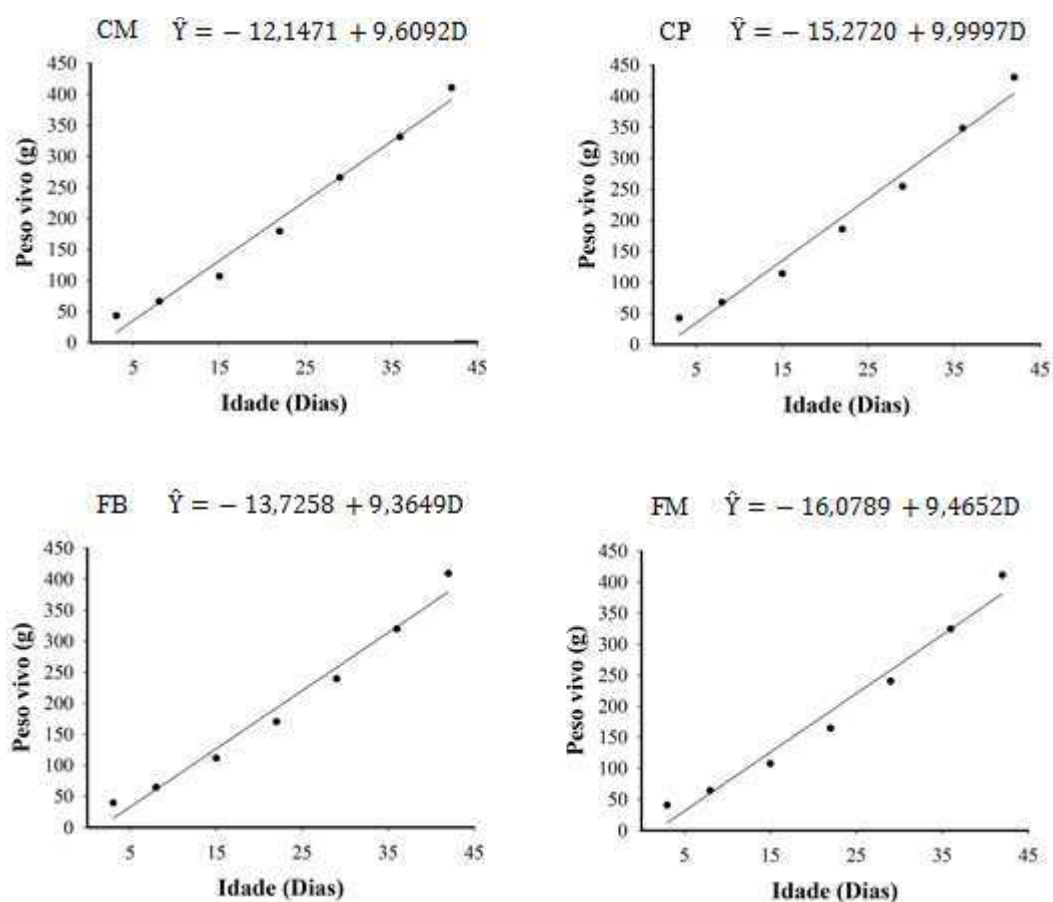


Figura 2. Efeito dos dias de avaliação sobre o peso vivo para cada ambiente térmico avaliado em aves de postura de 1 a 42 dias. CM: Calor moderado; CP: Conforto preconizado; FB: frio brando; FM: Frio moderado

De acordo com as equações demonstradas para os tratamentos calor moderado, conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite, frio brando e frio moderado, pode-se verificar que, para o intervalo de idade das aves estudado, a cada aumento de um dia na vida da ave, houve aumento no peso corporal de 9,6092g, 9,9997g, 9,3649g e 9,4652g, respectivamente, demonstrando que os tratamentos conforto preconizado e calor moderado proporcionaram maiores acréscimos nos valores de peso corporal.

Moraes et al. (2002), ao avaliarem o desenvolvimento de pintos de corte de 1 a 7 dias de vida criados em temperaturas ambientais de 20, 25 e 35°C, observaram que as aves criadas na temperatura de 35°C apresentaram peso corporal significativamente menor em comparação às aves criadas nos outros ambientes térmicos. Estes valores divergem, em parte, dos encontrados nessa pesquisa, na qual se verifica que os valores de peso corporal das aves expostas ao tratamento calor moderado (38,0°C) e conforto preconizado pela literatura (33,0°C), com temperaturas próximas a utilizada pelo autor, mostraram-se superiores aos ambientes com frio brando (28,0°C) e frio moderado (25,0°C).

1.3.2.2 Consumo de ração

Encontram-se apresentados, na Tabela 6, os valores de consumo de ração (CR), das pintainhas, no período de 01 a 42 dias de idade, da linhagem Lohmann LSL Lite submetidas aos tratamentos térmicos calor moderado (CM), conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite (CP), frio brando (FB) e frio moderado (FM).

Tabela 6. Valores médios de consumo de ração (CR), em gramas, para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, de 01 a 42 dias idade, para as respectivas combinações de dias e ambientes térmicos (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM))

Dias de vida das aves	CR			
	CM	CP	FB	FM
8	73,78 ^a	76,43 ^a	79,01 ^a	75,20 ^a
15	140,83 ^a	147,85 ^a	149,03 ^a	159,30 ^a
22	134,96 ^a	146,71 ^a	142,78 ^a	150,28 ^a
29	171,86 ^a	178,17 ^a	172,81 ^a	196,86 ^a
36	288,22 ^b	266,94 ^b	275,94 ^b	304,42 ^a
42	281,70 ^a	277,66 ^a	284,0 ^a	293,38 ^a

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

O consumo de ração para todos os tratamentos em relação a cada dia de avaliação diferiu ($P < 0,05$) apenas nas aves com idade de 36 dias, apresentando o tratamento frio moderado ($17,0^{\circ}\text{C}$) maior consumo de ração. Este resultado está de acordo com os encontrados por Silva et al. (2009) que, ao avaliarem o efeito da temperatura sobre o consumo de ração para frangos de corte durante a fase inicial de criação, observaram que, quando submetidos a baixas temperaturas, as aves apresentaram maior consumo de ração. Em baixas temperaturas, o maior consumo de ração das aves em relação ao conforto preconizado, indica que essas aves necessitaram de maior ingestão de energia para a manutenção da temperatura corporal.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Cândido et al. (2016), que ao avaliarem os efeitos de cinco diferentes ambientes térmicos sobre o bem-estar de frangos de corte, de 01 a 21 dias, observaram que quando utilizado o tratamento frio moderado (de 24°C na primeira semana, 21°C na segunda semana e 18°C na terceira semana de vida) e frio acentuado (de 21°C na primeira semana, 18°C na segunda semana e 15°C na terceira semana de vida) as aves chegaram a consumir significativamente mais ração que os demais tratamentos.

Pela análise de regressão relativa ao consumo de ração das aves de postura, para todos os tratamentos, ficou demonstrado efeito linear crescente ($P < 0,01$) da idade das aves sobre o consumo de ração, ocorrendo acréscimo no consumo à medida que houve aumento da idade das aves (Tabela 7; Figura 3).

Tabela 7. Equações de regressão ajustadas da variável consumo de ração (CR) de aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, de 01 a 42 dias idade, em função dos dias avaliados para os diferentes ambientes térmicos (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)) e coeficientes de determinação

Ambientes Térmicos	Equações Ajustadas	r ²
CM	$\hat{Y} = 21,4136 + 6,3347^{**}D$	0,8943
CP	$\hat{Y} = 35,0098 + 5,8138^{**}D$	0,9296
FB	$\hat{Y} = 32,3925 + 5,9817^{**}D$	0,9058
FM	$\hat{Y} = 30,1692 + 6,5686^{**}D$	0,9047

** (P<0,01), pelo teste "t".

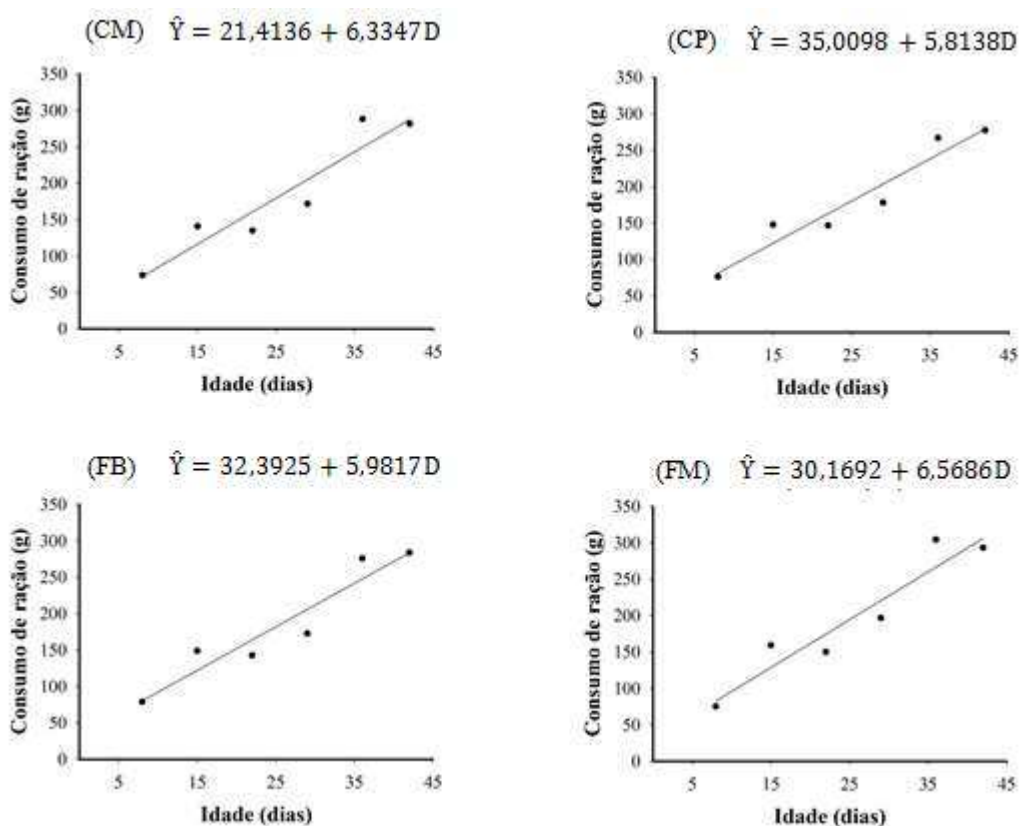


Figura 3. Efeito dos dias de avaliação sobre o consumo de ração para cada ambiente térmico avaliado em aves de postura de 1 a 42 dias. CM: Calor moderado; CP: Conforto preconizado; FB: frio brando; FM: Frio moderado

De acordo com as equações encontradas para os tratamentos calor moderado, conforto preconizado pelo Manual da linhagem LSL Lite, frio brando e frio moderado, pode-se verificar que, para o intervalo de idade das aves estudado, a cada aumento de um dia, houve aumento de 6,3347g, 5,8138g, 5,9817g e 6,5686g no consumo de ração, respectivamente. As aves submetidas ao tratamento calor moderado apresentaram aumento no consumo de ração 8,9 % superior ao tratamento

conforto preconizado pela literatura, sendo que as aves submetidas aos tratamentos frio brando e frio moderado apresentaram aumento de consumo de ração de 2,9 % e 12,9%, respectivamente, quando comparadas ao tratamento conforto preconizado.

Observa-se menor consumo de ração para as aves submetidas ao tratamento conforto preconizado pela literatura. Esses resultados diferem dos resultados encontrados por Cassuce et al. (2013), que observaram maior consumo de ração em frangos de corte mantidos nas temperaturas ambientais de 31,3°C e 27°C na primeira e segunda semana de vida das aves, respectivamente, semelhantes valores de temperatura utilizados nessa pesquisa para o tratamento conforto preconizado. Estes resultados parecem sugerir que as galinhas poedeiras exigem temperaturas do ar superiores àquelas exigidas por frangos de corte, durante as duas primeiras semanas de vida.

Estudo realizado por Savory (1975), que comparou a taxa de crescimento, a ingestão de alimentos e o comportamento dos pintos de frangos de corte e de postura durante o período de crescimento, observou que os frangos ingeriram mais e cresceram duas vezes mais rápido que as pintainhas. Os frangos também converteram a ração ingerida de forma mais eficiente, em parte porque eles digeriram seus alimentos um pouco melhor e porque seu gasto total de energia provavelmente foi consideravelmente menor. Apresentavam comportamentos mais inativos e passavam menos tempo alimentando, então, presumivelmente, poderiam dedicar proporcionalmente mais energia alimentar ao crescimento do que as aves de postura.

1.3.2.3 Ganho de Peso

Encontram-se apresentados, na Tabela 8, os valores de ganho de peso (GP), das pintainhas, no período de 01 a 42 dias de idade, da linhagem Lohmann LSL Lite submetidas aos tratamentos térmicos calor moderado (CM), conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite (CP), frio brando (FB) e frio moderado (FM).

Tabela 8. Valores médios de ganho de peso (GP), em gramas, para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, de 01 a 42 dias de idade, para as respectivas combinações de dias e ambientes térmicos (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM))

Dias de vida das aves	GP			
	CM	CP	FB	FM
8	23,18 ^a	25,34 ^a	24,90 ^a	23,41 ^a
15	40,51 ^a	46,43 ^a	47,02 ^a	43,31 ^a
22	72,51 ^a	71,64 ^a	58,83 ^a	57,19 ^a
29	86,49 ^a	68,74 ^a	69,19 ^a	75,75 ^a
36	65,79 ^a	93,72 ^a	80,42 ^a	84,14 ^a
42	78,99 ^a	82,20 ^a	89,37 ^a	86,97 ^a

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

Como pode ser observado, não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para a avaliação de todos os ambientes térmicos em relação a cada uma das distintas idades das aves, no que diz respeito ao ganho de peso. Dessa forma, no frio as aves aumentaram o consumo de ração e conseguiram manter o ganho de peso quando comparadas as aves do conforto, porém mediante pior conversão alimentar (Tabela 11). Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Cândido et al. (2016), que ao avaliarem diferentes ambientes térmicos para frangos de corte na fase inicial de criação, com o intuito de estimar a temperatura ideal de criação, não encontraram diferenças em relação ao ganho de peso para a primeira e segunda semana de vida das aves.

De acordo com a Tabela 9 e Figura 4, pela análise de regressão, houve efeito quadrático da idade das aves sobre o ganho de peso para o tratamento calor moderado e conforto preconizado. Para o tratamento calor moderado representado pela equação $\hat{Y} = -21,7016 + 6,0179D - 0,0892D^2$ ($R^2 = 0,8718$) e, derivando a equação para se obter o ponto de máxima, foi estimado o valor máximo de ganho de peso de 79,79g observado em pintainhas com idade de 33 dias. Já o tratamento conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite representado pela equação $\hat{Y} = -9,3207 + 4,7361D - 0,0590D^2$ ($R^2 = 0,9295$) apresentou o valor máximo de ganho de peso de 85,72g observado em pintainhas com idade de 40 dias. Mostrando maior valor de ganho de peso para as aves do tratamento conforto preconizado. Os dados de ganho de peso corporal para os tratamentos frio brando e frio moderado ajustaram-se melhor ao modelo linear crescente, ocorrendo aumento no ganho de peso de 1,8065g e 1,9202g, respectivamente, a cada dia de vida da ave.

Tabela 9. Equações de regressão ajustadas da variável ganho de peso (GP) de aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, de 01 a 42 dias idade, em função dos dias avaliados para os diferentes ambientes térmicos (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)) e coeficientes de determinação

Ambiente térmico	Equações Ajustadas	R ² /r ²	PC	PMáx
CM	$\hat{Y} = -21,7016 + 6,0179 \cdot D - 0,0892 \cdot D^2$	0,8718	33,7	79,79
CP	$\hat{Y} = -9,3207 + 4,7361 \cdot D - 0,0590 \cdot D^2$	0,9295	40,13	85,72
FB	$\hat{Y} = 15,8604 + 1,8065 \cdot D$	0,9771	-	-
FM	$\hat{Y} = 13,1534 + 1,9202 \cdot D$	0,9592	-	-

** (P<0,01), * (P<0,05), ° (P<0,10), pelo teste "t".

PC (Ponto crítico), e Pmáx (Ponto de máxima).

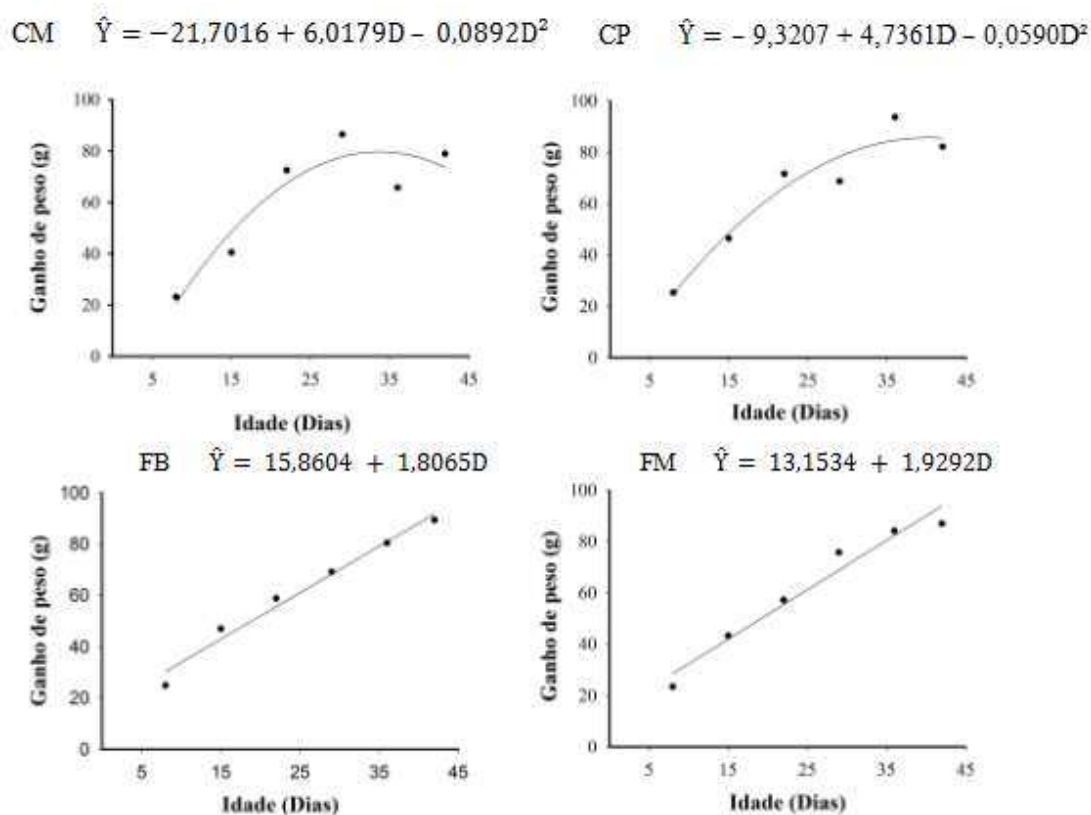


Figura 4. Efeito dos dias de avaliação sobre o ganho de peso para cada ambiente térmico avaliado em aves de postura de 1 a 42 dias. CM: Calor moderado; CP: Conforto preconizado; FB: frio brando; FM: Frio moderado

Em estudo realizado por Medeiros et al. (2005) com frangos de corte, os autores observaram que, em ambientes com temperaturas abaixo da zona de conforto, a primeira reação da ave é desviar a energia oriunda da alimentação para a produção de mais calor para aquecimento do corpo, sendo que o ganho de peso é reduzido e a eficiência alimentar diminuída.

1.3.2.4 Uniformidade

Na Tabela 10, encontram-se apresentados os valores de uniformidade das pintainhas de postura, aos 42 dias de idade, para cada um dos distintos ambientes térmicos a que foram submetidas (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)). Verifica-se que a uniformidade foi afetada significativamente ($P < 0,05$) pela temperatura (diferentes ambientes térmicos) em relação às aves aos 42 dias de idade.

Tabela 10. Valores médios de uniformidade, em %, para os diferentes ambientes térmicos (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)) aos 42 dias de idade de aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite

Ambiente térmico	Uniformidade aos 42 dias (%)
Calor Moderado	81,47 ^a
Conforto preconizado	80,54 ^a
Frio Brando	74,07 ^b
Frio Moderado	58,33 ^c

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

Segundo Pavan et al. (2005), para o quesito uniformidade, recomenda-se que 80% das aves estejam com pesos corporais dentro da faixa correspondente a 10% acima e 10% abaixo do peso médio do lote. Com base nesta prerrogativa, verifica-se, que somente os tratamentos calor moderado (CM) e conforto preconizado (CP), obtiveram a uniformidade desejável. Desta forma, mantendo a temperatura do ambiente de criação em níveis desejáveis, consegue-se manter o crescimento das aves em condições adequadas e conseqüentemente, a uniformidade do lote (FUNCK e FONSECA, 2008). Observa-se baixa uniformidade para as aves submetidas aos tratamentos frio brando e frio moderado, quando inseridas em ambiente com temperatura abaixo da temperatura de conforto, parte da energia ingerida na ração que poderia ser utilizada para o ganho de peso é desviada para manutenção do sistema termorregulador (ABREU, 2009), o que resultou no baixo peso corporal das aves e, conseqüentemente, baixa uniformidade.

1.3.2.5 Desempenho produtivo acumulado das aves até quarenta e dois dias de vida, em cada um dos diferentes ambientes térmicos

Na Tabela 11 encontram-se apresentados os valores de desempenho produtivo acumulado das aves da linhagem Lohmann LSL Lite, no período de 01 a 42 dias de idade, em cada um dos diferentes ambientes térmicos.

Tabela 11. Valores médios acumulados para os parâmetros peso corporal final (PC), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite durante a fase inicial de criação (01 a 42 dias de vida), de acordo com os diferentes ambientes térmicos avaliados (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM))

Ambiente térmico	Desempenho produtivo aos 42 dias de idade			
	PC (g.ave)	CR (g)	GP (g.ave)	CA
Calor moderado	410,72 ± 4,8	1091,35	367,48	2,96
Conforto preconizado	430,42 ± 3,8	1093,68	388,08	2,82
Frio brando	409,44 ± 5,2	1104,18	369,76	2,98
Frio moderado	411,68 ± 5,4	1179,46	370,79	3,18

Conforme pode ser observado dos resultados apresentados na Tabela 11, o desempenho final das aves de postura aos 42 dias de idade, representado por ganho de peso, conversão alimentar e peso final, foram sempre melhores no tratamento conforto preconizado pela literatura (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)), comparativamente aos demais tratamentos. Os piores valores de conversão alimentar (CA) para os tratamento frio brando e frio moderado ocorreram devido ao aumento da ingestão de alimentos que foram utilizados principalmente para o acréscimo de calorias e manutenção da homeotermia, não para o ganho de peso. O nível de consumo apresenta relação inversa com a temperatura ambiente, sendo que em temperaturas mais baixas o consumo é estimulado, constituindo-se de um mecanismo defesa da ave frente a possíveis variações de temperatura corporal (FERREIRA, 2016).

Pode-se entender, portanto, com base nestes índices de desempenho zootécnico, que o tratamento de conforto preconizado pela literatura com faixas de temperatura de 33,0 28,0, 26,0, 23,0, 19,0 e 19,0 °C (para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente) e valores

de ITGU de 82,7, 76,9, 72,4, 70,7, 66,4 e 66,4 (para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente), foi aquele que proporcionou melhor conforto térmico e bem-estar às aves de postura na fase inicial de criação.

1.3.3 Viabilidade

A viabilidade das aves poedeiras da linhagem Lohmann LSL Lite, de 01 a 42 dias de vida, submetidas às diferentes condições do ambiente térmico foi registrada diariamente e encontra-se apresentada na Tabela 12.

Tabela 12. Viabilidade das aves poedeiras da linhagem Lohmann LSL Lite durante a fase inicial de criação (01 a 42 dias de vida), de acordo com os diferentes ambientes térmicos avaliados (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)) durante toda a fase experimental

Ambiente térmico	Viabilidade (%)			
	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana
Calor moderado	96,76	96,76	96,76	95,83
Conforto preconizado	96,30	94,44	94,44	94,44
Frio brando	94,44	93,98	93,52	92,13
Frio moderado	88,89	87,50	86,11	86,11

Os maiores valores de viabilidade ocorreram para os tratamentos conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite e calor moderado durante toda a fase experimental. Os tratamentos frio brando e frio moderado resultaram em menores valores de viabilidade. Esses dados confirmam os relatados por May e Lott (2000) que, ao utilizarem temperaturas de 23,8 a 32 °C para frangos de corte de 01 a 14 dias de vida encontraram que a menor temperatura (estresse por frio) provocou maior mortalidade. Assim, quando inseridas em ambiente em que a temperatura se encontra fora da zona de conforto, as aves necessitaram desviar parte da energia de produção para buscar a manutenção da homeotermia, como não conseguiram energia suficiente para mantença, ocorreu maior mortalidade nos dois ambientes caracterizados como frio brando e frio moderado. Diante dos resultados da presente pesquisa observa-se que as aves de postura na fase inicial de criação são pouco tolerantes ao estresse por frio. A partir da quinta semana até o fim da sexta semana de vida não ocorreram mais mortes de aves submetidas a ambientes com

temperaturas abaixo das recomendadas pelo Manual da linhagem (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)), indicando que houve aumento na resistência ao estresse por frio a partir desta idade.

1.4 CONCLUSÕES

Com base nas condições de realização desta pesquisa e pelos resultados encontrados pode-se concluir que:

O desempenho de aves de postura durante a fase inicial de criação (no período de 01 a 42 dias de vida), representado por ganho de peso, conversão alimentar, peso final, viabilidade e uniformidade é melhor para as temperaturas de 33, 28, 26, 23, 19 e 19 °C (para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente). A estes valores corresponderam durante o experimento os seguintes valores de ITGU de 82,7, 76,9, 72,4, 70,7, 66,4 e 66,4 (para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente), indicando serem as temperaturas que propiciam melhor conforto térmico e bem-estar às aves de postura nesta idade.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V.M.N. Manejo inicial e seus reflexos no desempenho do frango. **Avicultura Industrial**, p. 25-38, 2009.

ABREU, V. M. A. & ABREU, P. G. Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião centro sul baiano. Concórdia: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2003.

ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V.R.S.M. **Galinhas Poedeiras Criação e Alimentação**. Ed. Aprenda Fácil, 2014. 376p.

ARAÚJO, J. A. **Modelagem das exigências de lisina para aves de postura em crescimento**. 2012. 113 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.

BORGES, S. A; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of American Society of Agricultural Engineering**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CÂNDIDO, M. G.; TINÔCO, I. D. F.; PINTO, F. A. C.; SANTOS, N. T.; ROBERTI, R. P. Determination of thermal comfort zone for early-stage broilers. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 5, p. 760-767, 2016.

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.

CELLA, P. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; ALBINO, L. F. T.; FERREIRA, A. S.; GOMES, P. C.; VALERIO, S. R.; APOLONIO, L. R. Níveis de lisina mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 433-439, 2001.

COSTA, E. M. S.; DOURADO, L. R. B.; MERVAL, R. R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.6, n. 31, 2012.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016. 296p.

FUNCK, S.R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1, p.91-97, 2008.

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

MANEGEMENT GUIDE LOHMANN LSL-Lite (s.d). Disponível em <http://www.hylinena.com/UserDocs/products/Lohmann_LSL-Lite.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

MAY, J.D.; LOTT, B.D. The effect of environmental temperature on growth and feed conversion of broilers to 21 days of age. **Poultry Science**, v.79, n.5, p.669-671, 2000.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F.T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.

MORAES, V.M.B.; MALHEIROS, R.D. FURLAN, R.L.; BRUNO, L.D.G.; MALHEIROS, E.B.; MACARI, M. Effect of environmental temperature during the first week of brooding period on broiler chick body weight, viscera and bone development. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, p. 19-26, 2002.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13, p.802-808, 2009.

NETO, L.; COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V.; BARROS, L. R.; OLIVEIRA, C. F. S.; COSTA, J. S. Níveis de proteína bruta e de energia metabolizável para frangas de postura semipesadas de 1 a 18 semanas de idade. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 258-266, 2008.

PATTERSON, P. H.; SIEGEL, H. S. Impact of cage density on pullet performance and blood parameters of stress. **Poultry science**, v. 77, n. 1, p. 32-40, 1998.

PAVAN, A. C.; GARCIA, E. A.; MÓRI, C.; PIZZOLANTE, C. C.; PICCININ, A. Efeito da densidade na gaiola sobre o desempenho de poedeiras comerciais nas fases de cria, recria e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1320-1328, 2005.

PONCIANO, P. F.; LOPES, M. A.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, G. A.S. Análise do ambiente para frangos por meio da lógica fuzzy: uma revisão. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.1, p. 1-13, 2011.

RODRIGUEIRO, R. J. B.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.; GOMES, P.; NUNES, R. V.; NEME, R.. Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas nos períodos de 1 a 3 e de 4 a 6 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1365-1371, 2007.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: 2011. 111 p.

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

SANTOS, M. J. B.; RABELLO, C. B. V.; PANDORFI, H.; TORRES, T. R.; SANTOS, P. A.; CAMELO, L. C. L. Fatores que interferem no estresse térmico em frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 09, p. 1779-1786, 2012.

SAVORY, C. J. A growth study of broiler and layer chicks reared in single-strain and mixed-strain groups. **Poultry Science**, v. 16, n. 3, p. 315-318, 1975.

SILVA, V. K.; SILVA, T.; DELLA, J.; GRAVENA, R. A.; MARQUES, R. H.; HADA, F. H.; MORAES, V. M. B. Desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade alimentados com rações contendo extrato de leveduras e prebiótico e criados em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia= Brazilian Journal of Animal Science**, v.38, n.4, p.690-696, 2009.

SOUSA, M. S. **Determinação das faixas de conforto térmico para codornas de corte de diferentes idades**. 2013. 87 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

TEETER, R. G.; BELAY, T. Broiler management during acute heat stress. **Animal Feed Science and Technology**, v. 58, n. 1, p. 127-142, 1996.

TEIXEIRA, V.H. **Resfriamento adiabático evaporativo na edificação de maternidade para suínos**. 1996. 93p. Tese Doutorado (Doutorado em Energia na Agricultura) Universidade Estadual Paulista, 1996.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p1-26, 2001.

CAPÍTULO II

Efeito de diferentes ambientes térmicos sobre a homeostase e temperatura superficial de galinhas poedeiras durante a fase inicial de criação

Resumo: A condição de bem-estar térmico de aves de postura na fase inicial de criação pode ser verificada por meio de variações fisiológicas, destacando-se a temperatura superficial média e a temperatura cloacal como parâmetros importantes que demonstram o efeito do ambiente térmico sobre as aves. O presente estudo teve como objetivo correlacionar a homeostase e o estresse com as respostas fisiológicas (temperatura superficial média, temperatura da cabeça, corpo e pernas e temperatura cloacal) de galinhas poedeiras leves da linhagem Lohmann LSL Lite, no período de um a quarenta e dois dias de idade, quando submetidas a diferentes ambientes térmicos. Objetivou-se, também, a utilização do processamento de imagens termográficas por infravermelho na identificação da variação da temperatura superficial das aves entre os diferentes tratamentos. Foram alojadas 864 aves, de mesma idade, origem e peso corporal uniforme, distribuídas aleatoriamente em quatro câmaras climáticas, uma das quais mantida dentro da faixa de temperatura preconizada como sendo de conforto pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite de 33, 28, 26, 23, 19 e 19 °C (para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente). Em cada uma das demais câmaras climáticas foram empregados ambientes térmicos entendidos como sendo de estresse por frio brando (28, 25, 23, 20, 17 e 17 °C, para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente) e moderado (25, 22, 20, 17, 17 e 17 °C para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente) e um nível de estresse por calor moderado (38, 31, 29, 26, 22 e 22 °C para a primeira, segunda, terceira, quarta, quinta e sexta semana de idade das aves, respectivamente). Os valores de umidade relativa do ar foram mantidos entre 55 a 65 % e a taxa de renovação do ar de 3 a 6 renovações do ar por hora, respectivamente para a primeira a sexta semana de vida das aves. A utilização do processamento de imagens termográficas por infravermelho foi utilizado para identificação de eventual variação da temperatura superficial das aves entre os diferentes tratamentos. O experimento foi conduzido segundo delineamento experimental inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas

parcelas quatro tratamentos (calor moderado, conforto preconizado, frio brando e frio moderado) e nas subparcelas as avaliações (dias). As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando o nível de 5% de probabilidade. As aves mantiveram as respostas fisiológicas dentro da normalidade para todos os tratamentos avaliados durante o período compreendido entre 01 e 42 dias de vida. Sob as condições específicas do presente experimento, a temperatura superficial das aves variou em função da temperatura do ar de cada ambiente de criação, com menores temperaturas superfícies para os tratamentos frio brando e frio moderado. A utilização do processamento de imagens termográficas por infravermelho identificou a variação da temperatura superficial das aves entre os diferentes tratamentos e maiores temperaturas superficiais foram encontradas para as regiões da cabeça e perna.

Palavras-chave: análise de imagens, avicultura, conforto térmico, termorregulação

Effect of different thermal environments on homeostasis and surface temperature of early-stage laying hens

Abstract: The thermal well-being condition of early-stage laying hens can be verified by means of physiological variations, standing out the mean surface temperature and cloacal temperature as important parameters that demonstrate the effect of the thermal environment on the birds. The objective of the present study was to correlate homeostasis and stress with physiological responses (mean surface temperature, head, body and leg temperature, and cloacal temperature) of lightweight laying hens of the Lohmann LSL Lite line aged from one to forty-two days when submitted to different thermal environments. We also aimed to use infrared thermographic imaging in the identification of the superficial temperature variation of the birds between the different treatments. A total of 864 birds with the same age, origin and uniform body weight were randomly distributed in four climatic chambers. One chamber was kept within the temperature range recommended by the Lohmann LSL Lite line manual of 33, 28, 26, 23, 19, and 19°C (for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of birds age, respectively). In each of the other climatic chambers, thermal environments understood as being of mild cold stress (28, 25, 23, 20, 17, and 17°C for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of birds age, respectively), moderate cold stress (25, 22, 20, 17, 17, and 17°C for the first, second, third, fourth, fifth and sixth weeks of birds age, respectively), and one level of moderate heat stress (38, 31, 29, 26, 22, and 22°C for the first, second, third, fourth, fifth, and sixth weeks of birds age, respectively) were used. The relative air humidity values were maintained between 55 to 65% and the air renewal rate of 3 to 6 air renewals per hour respectively for the first to the sixth week of life of the birds. The infrared thermal imaging was used to identify possible variation of the surface temperature of the birds among the different treatments. The experiment was performed in a completely randomized design in the subdivided plots scheme, with four treatments in the plots (moderate heat, recommended comfort, mild cold, and moderate cold) and the evaluations (days) in the subplots. The means were compared using the Tukey test, adopting the 5% probability level. The birds maintained the physiological responses within the normal range for all evaluated treatments during the period between 01 and 42 days of life. Under the specific conditions of the

present experiment, the surface temperature of the birds varied as a function of the air temperature of each breeding environment, with lower surface temperatures for mild cold and moderate cold treatments. The use of infrared thermographic imaging identified the variation of the surface temperature of the birds among the different treatments and higher surface temperatures were found for the head and leg regions.

Keywords: image analysis, poultry farming, thermal comfort, thermoregulation

2.1 INTRODUÇÃO

Na avicultura, a máxima produtividade é alcançada quando as aves são inseridas em um ambiente que propicie trocas mínimas de energias e atendam as necessidades de bem estar do animal. As aves são classificadas como homeotérmicas por conservarem (até certo limite de adversidade), a temperatura corporal constante ou dentro de uma variação tolerável, mesmo que consideráveis variações ocorram no ambiente externo.

A temperatura do ambiente é um parâmetro relacionado ao conforto térmico, sendo que para que a ave expresse sua potencialidade genética, muito importante se torna alojá-la em condições compreendidas pela zona de termoneutralidade. Fora da zona termoneutra, alterações comportamentais e/ou fisiológicas são efetuadas involuntariamente pelos homeotermos na tentativa de manter a homeostase (MELO et al., 2016). Existe a captação das sensações de frio e de calor na superfície dos animais, que são levadas ao sistema nervoso central através das células especializadas que funcionam como termorreceptoras periféricas (ABREU e ABREU, 2004).

As aves, como todas as espécies homeotérmicas, mantêm a temperatura corporal constante (41,1°C) e são bastante sensíveis às modificações climáticas, podendo sofrer por questões adaptativas em condições de variações no ambiente de criação (ALBINO et al., 2014). A quantidade de energia térmica estocada por unidade da massa corporal é determinada pela temperatura corporal da ave, energia que pode ser aumentada ou diminuída pelos processos de termogênese e termólise (CASTILHO et al., 2015). Fisiologicamente, o fluxo sanguíneo superficial que ocorre na epiderme, logo abaixo da camada de plumagem, tem importante influência sobre a taxa de transferência de calor das aves (ABREU et al., 2012).

A superfície corporal das aves é caracterizada pela presença de uma camada de penas, que têm maior importância quando as aves estão expostas a situação de frio, sendo as penas importantes na regulação do equilíbrio térmico (CASTILHO et al., 2015). A presença de penugem e penas dificulta, para as aves, as trocas de calor por meios latentes através da superfície cutânea, somando-se, a isso, a ausência de glândulas sudoríparas, o que permite que a evaporação respiratória seja a mais importante via de trocas de calor nestes animais (NASCIMENTO, 2010). Durante períodos de estresse térmico, as extremidades das aves que não possuem penas, como

a crista e a barbela e os pés, normalmente são vasodilatadas (RICHARDS, 1971; HILLMAN et al., 1982).

O bem-estar animal é o estado pleno de saúde física e mental, em que o animal está em harmonia com o ambiente onde vive, sendo que uma mudança perceptiva ao estado de conforto do animal pode ser verificada através de sua temperatura superficial (CAMERINI et al., 2016). Em estudo realizado por Nascimento et al. (2014), ao avaliarem o conforto térmico de frangos de corte em dois aviários, com diferentes sistemas de climatização, constataram que, em condições de conforto térmico, as temperaturas superficiais das aves estão fortemente associadas positivamente com as temperaturas superficiais da instalação.

Para relacionar o bem-estar térmico com a avaliação do estado de conforto ou estresse dos animais, torna-se essencial o desenvolvimento de técnicas de mensuração de fácil aplicabilidade e não invasivas. Destaca-se, entre elas, a termografia infravermelha, por ser um método seguro e não invasivo de visualização de perfil térmico que pode indicar se o animal está sob estresse térmico (CASTILHO et al., 2015; CILULKO et al., 2013). A termografia permite uma avaliação em tempo real das exigências térmicas dos animais e as possíveis adaptações que devem ser realizadas para a manutenção do potencial produtivo (NASCIMENTO, 2010). As câmeras infravermelhas medem a quantidade de energia térmica invisível emitida pelas superfícies e as convertem em temperatura superficial, produzindo imagens térmicas que geram detalhada análise da temperatura (NASCIMENTO et al., 2011).

A temperatura da cloaca indica a temperatura do centro corporal e pode constituir parâmetro importante para alterações nas condições ambientais que os animais se encontram (BROWN-BRANDTL et al., 2003). A variação da temperatura cloacal indica que as trocas de calor superficiais da pele não estão sendo suficientes para manter a homeotermia (NASCIMENTO, 2010).

Para se alcançar melhor desempenho produtivo na produção de aves, torna-se relevante a preocupação entre a interação do animal com o ambiente, afim de que o custo energético dos ajustes fisiológicos seja reduzido. Desta forma, justificam-se pesquisas que busquem melhores entendimentos das interações fisiológicas das aves no ambiente de criação.

Neste sentido, essa pesquisa foi conduzida com o objetivo de correlacionar a homeostase e estresse com as respostas fisiológicas (temperatura superficial média,

temperatura da cabeça, corpo e pernas e temperatura cloacal) de galinhas poedeiras leves da linhagem Lohmann LSL Lite, no período de um a quarenta e dois dias de idade, quando submetidas a diferentes ambientes térmicos. Objetivou-se, também, avaliar a utilização do processamento de imagens termográficas por infravermelho na identificação da variação da temperatura superficial das aves entre os diferentes tratamentos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Caracterização da instalação utilizada durante a fase de cria

O experimento foi desenvolvido em quatro câmaras climáticas, (Figuras 1A e 1B), cada uma com as seguintes dimensões: 3,2m de comprimento x 2,44m de largura x 2,38 de altura, localizadas na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiência e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), do Setor de Construções Rurais e Ambiência, do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa/Minas Gerais.



A



B

Figuras 1. A) Vista externa das câmaras climáticas e B) Vista interna de uma das câmaras climáticas.

O município de Viçosa está localizado sob as seguintes coordenadas: latitude 20° 46' 17" Sul e longitude 42° 52' 21" Oeste, em região com altitude média de 670m e clima caracterizado por inverno frio e seco e verão quente e úmido, segundo a classificação de Köppen.

Cada câmara climática é equipada com um aquecedor de ar de resistência elétrica com 2.000 W de potência, um condicionador de ar do tipo “split” quente /

frio, de 12.660 kJ/h e um umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa (valor médio) de 300 ml por hora. O aquecedor e o umidificador são operados por meio de um controlador eletrônico MT – 531R Plus, de temperatura e umidade que apresenta as seguintes especificações: temperatura de controle variando de -10°C a 70°C com resolução de 0,1°C, umidade de controle variando de 20% a 85% com resolução de 0,1%.

A instalação conta ainda com dois exaustores axiais AMB (modelo FD08025 S1M; DC 12 V, 0,15 A) responsáveis pela renovação higiênica do ar, mantidos na taxa de 3 a 6 renovações por hora no interior das câmaras climáticas, realizada durante todo o período experimental.

As medições das concentrações de amônia (NH₃) e dióxido de carbono (CO₂) presentes nas câmaras climáticas foram monitoradas durante toda a fase experimental, apenas com o fim de garantir condições adequadas de qualidade do ar no interior das mesmas. Assim, diariamente os valores de concentração de NH₃ foram registrados, por meio do sensor Gas Alert Extreme NH₃ Detector (BW Technologies®, Oxfordshire, UK) com capacidade de detecção de 0-100 ppm, temperatura de operação de -4 e 40 °C, e precisão de 2% (a 25 °C e umidade relativa de 15 a 90%). A mensuração da concentração de CO₂, obtida diariamente no interior das câmaras, foi feita por meio de um sensor digital AZ 77535 temp/RH/CO₂, com resolução de ±1 ppm e acurácia de ±50 ppm, o qual detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 10.000 ppm. Os máximos valores das concentrações desses gases permitidos para aves de postura é de 20 ppm para a NH₃ e 3000 ppm para o CO₂. Caso fossem observados valores de concentrações de NH₃, ou CO₂ superiores aos valores de segurança para aves, imediatamente seria intensificado o sistema de ventilação mínima, garantindo-se maior troca gasosa e, conseqüentemente, garantia de qualidade do ar dentro dos padrões normais para a espécie.

2.2.2 Descrição do ambiente térmico

Em cada uma das quatro câmaras climáticas utilizadas foram estabelecidos quatro distintos ambientes térmicos, constituindo os quatro seguintes tratamentos: uma das faixas de temperatura foi tida como conforto preconizado pela literatura

(MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)), as demais como sendo dois níveis de estresse por frio (brando e moderado) e um nível de estresse por calor (moderado). Considerando-se que a exigência térmica das aves varia com a idade, buscou-se representar esta exigência em cada semana de vida das aves durante o período experimental. A variação da temperatura semanal ocorreu até a quinta semana experimental, sendo que a sexta semana manteve-se com temperatura similar a da quinta semana. Na Tabela 1 encontram-se apresentadas as diferentes temperaturas utilizadas nesta investigação.

Tabela 1. Temperatura do ar no ambiente interno das câmaras climáticas, em °C, em função do Tratamento e Idade das aves

Tratamentos	T°C				
	1 ^a semana	2 ^a semana	3 ^a semana	4 ^a semana	5 ^a e 6 ^a semana
Calor Moderado (CM)	38	31	29	26	22
Conforto preconizado (CP)	33	28	26	23	19
Frio Brando (FB)	28	25	23	20	17
Frio Moderado (FM)	25	22	20	17*	17*

Fonte: Adaptado Management Guide Lohmann LSL LITE (s.d); Albino et al. (2014); Ferreira (2016).
*houve necessidade de se trabalhar com temperatura mínima obtida na câmaras, de 17°C.

A umidade relativa do ar foi monitorada e os valores mantidos durante todo o período experimental e em todos os tratamentos em torno de 60%, em uma faixa entre 55 e 65%, por ser considerado um valor adequado à produção avícola, independente da idade das aves (TINÔCO, 2001; FERREIRA, 2016; MEDEIROS et al., 2005).

2.2.3 Instrumentos e medições utilizados na caracterização dos ambientes

Os valores de temperatura do ar (T_{ar}) e umidade relativa do ar (UR) foram registrados a cada 5 minutos, 24 horas por dia, durante todo o período experimental. Para tanto, foi utilizado o dataloggers HOBO® T/RH, Modelo U14-001 (-20°C a +70°C), com precisão de 0,7°C. O sensor foi instalado à altura das aves, no centro de cada câmara climática.

2.2.4 Manejo das aves de postura durante a fase de cria

Todos os procedimentos adotados no referido experimento estiveram de acordo com os princípios éticos de experimentação animal aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil, com o protocolo de registro número 45/2016 (cópia do certificado página 64).

O experimento foi realizado com aves de postura de mesma idade, procedência e pesos uniformes, no período de um a quarenta e dois dias de idade, considerada a fase de cria para aves poedeiras. Este período é caracterizado pela necessidade de aquecimento do ambiente de criação para obtenção dos valores de temperatura exigido pelos animais, sendo denominado “período de aquecimento”, fase na qual a ave ainda não apresenta o sistema termorregulador completamente formado.

Durante a fase experimental foram alojadas, em gaiolas, 864 pintainhas de postura leves da linhagem Lohmann LSL Lite, com peso médio inicial de 41,53g, distribuídas de forma homogênea em quatro câmaras climáticas (quatro tratamentos), totalizando 216 aves por tratamento. As gaiolas possuem 0,50 m² de área (0,50m de largura x 1,0m de comprimento e 0,5m de altura), sendo seis unidades por câmara, perfazendo seis repetições por tratamento, sendo cada tratamento constituído pelas distintas temperaturas.

Antes do início do período experimental, efetuou-se a uniformização das aves nos tratamentos, padronizando-as por peso corporal similar, mesma idade e provenientes de um mesmo matrizeiro. Do primeiro dia ao fim da quarta semana, cada gaiola abrigou 36 pintainhas, de forma a garantir uma densidade de 140 cm².ave⁻¹. A partir do início da quinta semana até o fim da sexta semana, foi utilizada a densidade de 285 cm².ave⁻¹, o que corresponde a 18 aves em cada gaiola (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d); PATTERSON, P. H.; SIEGEL, H. S, 1998). Tal procedimento foi adotado para garantir a densidade utilizada pela indústria avícola, em condições de campo, para cada uma das diferentes idades.

Para o período de um a quarenta e dois dias de idade das aves o fornecimento de água e de ração foi ad libitum, sendo que esse manejo ocorreu duas vezes ao dia

(7 e 17h), diariamente, de maneira a manter os bebedouros e os comedouros sempre abastecidos. A formulação da ração fornecida durante essa fase inicial de criação apresentou composição e valores nutricionais utilizados de acordo com Rostagno et al. (2011).

O programa de luz seguido foi de acordo com o estabelecido pela manual da linhagem (MANAGEMENT GUIDE LOHMANN LSL LITE (s.d)), sendo que nos primeiros dois dias de vida das aves foram fornecidos 24 horas de luz diária, do terceiro ao sexto dia de vida, foram fornecidas 18 horas de luz. O período de luz foi reduzido semanalmente até que se atingiu 10 horas de luz na sexta semana de idade das aves.

2.2.5 Coleta de dados referentes às variáveis fisiológicas das aves

Foram medidos, semanalmente, a temperatura superficial média e a temperatura cloacal das aves. Para isto, dez aves de cada unidade experimental foram escolhidas ao acaso, totalizando 60 aves por tratamento. Para a mensuração da temperatura superficial média (TSM), foram registradas as temperaturas da asa, da cabeça, da canela e do dorso das aves, com o auxílio de um termômetro infravermelho digital de aferição à distância, com mira à laser (marca Instrutherm® Instrumentos de Medição Ltda, São Paulo, BR, modelo TI – 860), amplitude de -30°C a 270°C, precisão: $\pm 2,5\%$ da leitura, resolução: 1°C e emissividade de 0,95 fixa.

A temperatura superficial média (TSM) foi calculada, segundo metodologia proposta por Richards (1971), de acordo com a equação 1.

$$TSM = (0,12 T_{asa}) + (0,03 T_{cabeça}) + (0,15 T_{canela}) + (0,70 T_{dorso}) \quad (1)$$

Em que:

T_{asa} = Temperatura da asa (°C),

$T_{cabeça}$ = Temperatura da cabeça (°C),

T_{canela} = Temperatura da canela (°C),

T_{dorso} = Temperatura do dorso (°C).

Adicionalmente, conforme utilizado por Camerini et al. (2016), a temperatura superficial da cabeça, do corpo e da perna foram registradas, utilizando-se de uma câmara termográfica ThermaCAM® b60, Flir Systems, Wilsonville, OR, USA, intervalo de temperatura de -20 a 120 ° C, precisão de $\pm 2\%$.

Com a câmara termográfica foram obtidas imagens termográficas de cinco aves aleatórias por gaiola, totalizando 30 aves para cada tratamento. As imagens foram processadas usando o software FLIR Quick Report, 1.2 SP2; FLIR Systems, Wilsonville, OR, USA, obtendo assim a temperatura média das áreas selecionadas da cabeça, corpo e perna das aves, como mostrado pela Figura 2. O coeficiente de emissividade (ϵ) adotada foi de 0,95, conforme Nääs et al. (2010) . Em todas as coletas, a câmara termográfica foi posicionada a uma distância de 1,30 m da ave, para melhor focar e fotografar.

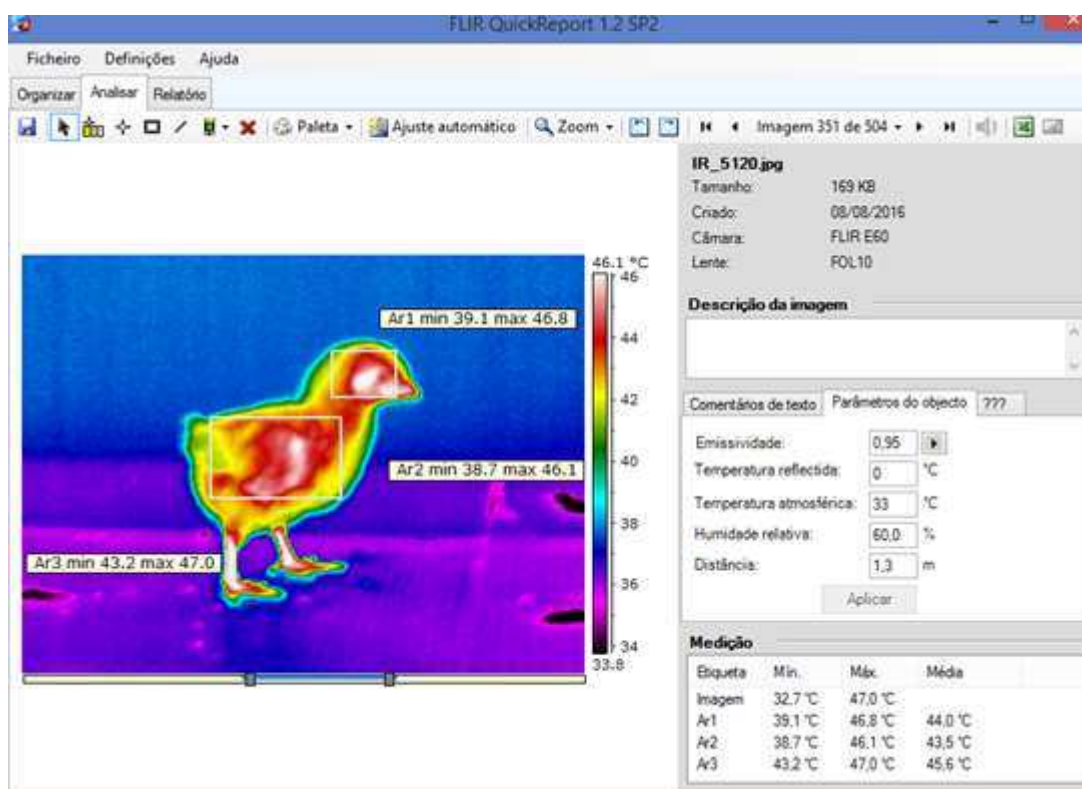


Figura 2. Exemplo das áreas selecionadas de uma pintainha para estimar a temperatura superficial média da cabeça, corpo e perna, utilizando o software FLIR QuickReport 1.2 SP2.

A determinação da temperatura cloacal consistiu na introdução de um termômetro digital, diretamente no reto do animal, a uma profundidade de 5 cm, o resultado da leitura da temperatura foi expresso em graus celsius.

2.2.6 Delineamento Experimental

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas quatro tratamentos (calor moderado; CM; conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite, CP; frio brando, FB; e frio moderado, FM) e nas subparcelas as avaliações (dias), com seis repetições. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, adotando o nível de 5% de probabilidade.

Os resultados foram interpretados estatisticamente utilizando-se o Programa Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG (2007).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos valores de temperatura e de umidade relativa do ar, correspondentes a cada ambiente térmico estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Médias e desvios padrões dos valores de temperatura do ar (Tar) e umidade relativa do ar (UR) para cada condição climática avaliada (Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)), no período de 01 a 42 dias

Ambientes Térmicos	Tar (°C)	UR(%)
Primeira Semana (1 - 7 dias)		
Calor Moderado (CM)	37,9 ± 0,2	55,5 ± 2,4
Conforto Preconizado (CP)	33,0 ± 0,4	56,5 ± 1,2
Frio Brando (FB)	28,0 ± 0,3	62,4 ± 2,5
Frio Moderado (FM)	25,0 ± 0,2	61,6 ± 1,5
Segunda Semana (8 – 14 dias)		
Calor Moderado (CM)	31,1 ± 0,5	60,1 ± 2,0
Conforto Preconizado (CP)	28,2 ± 0,5	62,6 ± 2,4
Frio Brando (FB)	25,1 ± 0,6	63,1 ± 1,5
Frio Moderado (FM)	22,1 ± 0,6	62,9 ± 2,0
Terceira Semana (15 – 21 dias)		
Calor Moderado (CM)	29,1 ± 0,4	61,1 ± 2,2
Conforto Preconizado (CP)	26,0 ± 0,5	60,4 ± 2,4
Frio Brando (FB)	23,1 ± 0,5	60,9 ± 0,2
Frio Moderado (FM)	20,1 ± 0,2	64,1 ± 0,8
Quarta Semana (22 – 28 dias)		
Calor Moderado (CM)	26,0 ± 0,6	62,3 ± 0,5
Conforto Preconizado (CP)	23,1 ± 0,7	62,8 ± 0,7
Frio Brando (FB)	20,1 ± 0,5	60,3 ± 0,2
Frio Moderado (FM)	17,0 ± 0,5	64,6 ± 0,5
Quinta e Sexta Semana (29 – 42 dias)		
Calor Moderado (CM)	22,1 ± 0,4	64,6 ± 0,2
Conforto Preconizado (CP)	19,2 ± 0,5	62,7 ± 1,2
Frio Brando (FB)	17,0 ± 0,2	64,5 ± 0,5
Frio Moderado (FM)	17,0 ± 0,2	64,2 ± 1,3

As médias dos valores de temperatura e umidade relativa do ar registrados mantiveram-se próximos aos valores propostos para cada ambiente térmico, indicando um controle adequado do ambiente no interior das câmaras climáticas.

2.3.1 Parâmetros fisiológicos das aves sob diferentes situações de ambiente térmico

2.3.1.1 Temperatura Cloacal

Na Tabela 3 encontram-se apresentados os valores médios de temperatura cloacal, em °C, para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, no período de 01 a 42 dias de vida, para as respectivas combinações de dias e de ambientes

térmicos, Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM).

Tabela 3. Valores médios de temperatura cloacal, em °C, para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, com idade de 01 a 42 dias de vida, para as respectivas combinações de dias e ambientes térmicos, Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)

Dias de idade das aves	Temperatura cloacal			
	CM	CP	FB	FM
8	41,57 ^a	41,19 ^b	40,89 ^c	40,70 ^c
15	41,32 ^a	41,11 ^a	41,18 ^a	41,09 ^a
22	41,32 ^a	41,17 ^{ab}	41,08 ^{ab}	40,92 ^b
29	41,34 ^a	41,20 ^a	41,26 ^a	41,11 ^a
36	41,37 ^a	41,46 ^a	41,47 ^a	41,33 ^a
42	41,37 ^a	41,51 ^a	41,54 ^a	41,49 ^a

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

Observa-se que o fator ambiente térmico, promovido pelas diferentes temperaturas em cada uma das distintas câmaras climáticas, influenciou significativamente ($p < 0,05$) os resultados de temperatura cloacal das aves, apenas quando estas estavam com 08 e 22 dias de idade, com valores superiores para o tratamento calor moderado, comparativamente aos demais tratamentos. Em todas as demais idades (15, 29, 36 e 42 dias de vida das aves), não houve diferença estatística entre os diferentes ambientes térmicos estudados, no que diz respeito aos resultados de temperatura retal.

As aves, nos primeiros dias de vida, por não possuírem ainda seu sistema termorregulador completamente desenvolvido, exigem que a temperatura do ambiente em que se encontram esteja dentro da faixa de conforto a fim de que consigam manter a própria homeotermia. Fora destas faixas térmicas, inicia-se o processo de descontrole, com elevação ou redução da temperatura interna do corpo, dependendo se o ambiente esteja muito quente ou muito frio, respectivamente. Com base nesta premissa, pode-se inferir que temperaturas utilizadas não afetaram negativamente as aves de postura do ponto de vista fisiológico a fim de coloca-las em situação de descontrole homeotérmico.

Furlan e Macari (2002), citam o valor de 41,1°C de temperatura retal das aves, como limite inferior da condição de estresse térmico. Ou seja, quando este

limite não é alcançado, são desencadeados mecanismos fisiológicos para manutenção da temperatura corporal, o que caracteriza a condição de estresse por frio. Pode-se observar, que as aves nos tratamentos frio brando e frio moderado, com as idades de 08 e 22 dias, apresentaram-se em leve condição de estresse por frio, indicando que o mecanismo de troca de calor sensível não foi totalmente suficiente para manter a temperatura corporal dentro dos limites aceitáveis. Nesta situação, as aves necessitam utilizar outros mecanismos, como aumento no consumo de alimentos, para manter a temperatura corporal.

Este comportamento verificado nas galinhas poedeiras durante as três semanas de vida assemelha-se aos encontrados por Cassuce (2011) que, ao avaliar a temperatura cloacal de frangos de corte durante a fase inicial, em diferentes ambientes térmicos (39-33, 36-30, 33-27, 30-24 e 27-21 °C), observou diferença estatística entre os tratamentos estudados na terceira semana de vida das aves, com menor temperatura retal para as aves submetidas a temperatura de 21°C. Porém, houve divergência com os resultados encontrados por Nascimento et al. (2012), ao avaliarem frangos de corte com uma semana de vida, em ambientes de estresse e de conforto (30 e 34°C, respectivamente) não encontraram diferença significativa nos resultados de temperatura cloacal.

Sendo assim, as aves submetidas aos tratamentos calor moderado e conforto preconizado pela literatura conseguiram manter a temperatura corporal dentro da normalidade durante toda a fase experimental, demonstrando a capacidade de adaptação das aves a temperaturas superiores, evitando a ocorrência da hipertemia. Observa-se, também, que as aves com até 29 dias de idade do tratamento conforto preconizado, apresentaram valores absolutos de temperatura cloacal inferior a do tratamento calor moderado, embora para ambos os tratamentos, os valores estejam dentro dos limites aceitáveis.

Verifica-se que, nas aves com idade de 15, 29, 36 e 42 dias de idade a temperatura cloacal manteve-se estável em todos os tratamentos estudados, não diferindo entre si ($P>0,05$). Pode-se inferir, portanto, que nenhuma das temperaturas utilizadas, para as mencionadas idades, causa situação de estresse por frio ou calor, tal que impeça a conservação do calor corporal e a manutenção da homeotermia, demonstrando a capacidade de adaptação das aves. Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Cândido (2014), que ao avaliar a temperatura retal de frangos de

corde na segunda semana de vida e em diferentes ambientes térmicos com valores aproximados ao da presente investigação, não encontrou efeito do ambiente sobre essa variável.

2.3.1.2 – Temperatura Superficial - valores de temperatura superficial obtidos utilizando de termômetro infravermelho digital

Na Tabela 4 encontram-se os resultados da temperatura superficial média (TSM) das aves de acordo com os diferentes ambientes térmicos avaliados (calor moderado (CM), Conforto preconizado pelo Manual da linhagem Lohmann LSL Lite (CP), frio brando (FB) e frio moderado (FM)).

Tabela 4. Valores médios de temperatura superficial média (TSM), em °C, para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, de 01 a 42 dias, para as respectivas combinações de dias e ambientes térmicos, Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM).

Dias de idade das aves	TSM			
	CM	CP	FB	FM
8	48,47 ^a	45,05 ^b	40,28 ^c	37,36 ^d
15	44,19 ^a	42,09 ^b	39,00 ^c	35,73 ^d
22	41,51 ^a	39,72 ^b	36,75 ^c	33,35 ^d
29	39,29 ^a	37,41 ^b	34,09 ^c	32,89 ^c
36	34,48 ^a	34,18 ^a	32,11 ^b	31,28 ^b
42	37,37 ^a	37,27 ^a	33,83 ^b	32,48 ^b

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

Verifica-se que houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos resultados de temperatura superficial das aves em relação ao ambiente térmico e dias de avaliação, sendo estes sempre superiores no tratamento calor moderado em relação a todos os demais, para as aves com idade de 08, 15, 22 e 29 dias. Em aves com idade de 36 e de 42 dias foram encontradas maiores temperaturas superficiais quando submetidas aos tratamentos calor moderado e conforto preconizado comparativamente aos demais, contudo sem diferenças significativas entre os dois primeiros mencionados.

Estes resultados confirmam a relação direta entre a temperatura corporal e a ambiental, destacando o forte efeito do ambiente térmico sobre as aves, podendo modificar a resposta fisiológica das mesmas diante de determinada situação. Estes resultados corroboram com pesquisa realizada por Nascimento et al. (2011), que ao

avaliarem a TSM de frangos de corte, de 07 a 35 dias de idade, alojadas em câmara climáticas e criadas sob três temperaturas distintas (18, 25 e 32 °C), observaram que os valores de TSM aumentaram significativamente com o aumento da temperatura do ambiente, sendo que a menor TSM foi detectada à temperatura do ar de 18 °C.

Durante a primeira e terceira semana de vida das aves, nos tratamentos de estresse por frio, foi observado que as aves apresentaram além da diminuição da temperatura superficial, diminuição da temperatura cloacal com valores inferiores aos demais tratamentos, o que indica que as aves não conseguiram manter a temperatura corporal constante, apresentando temperatura cloacal abaixo do recomendado.

Da mesma forma, Malheiros et al. (2000), ao avaliarem a temperatura superficial de frangos de corte com até 07 dias de vida, em diferentes ambientes térmicos (35, 25 e 20°C), verificaram que as aves mantidas na temperatura inferior a 20°C apresentaram temperaturas cloacais e superficiais significativamente mais baixas do que aquelas criadas nos outros ambientes.

Segundo Ruzal et al. (2011), parte das respostas fisiológicas que explicam a relação direta da temperatura ambiente com a temperatura superficial das aves pode estar relacionada com a redistribuição do fluxo sanguíneo no corpo, uma vez a exposição ao calor provoca vasodilatação periférica.

2.3.1.3 – Temperatura Superficial - valores de temperatura superficial com base em imagens termográficas.

Na Tabela 5 encontram-se apresentados os valores médios da temperatura da cabeça, temperatura do corpo e temperatura da perna, em °C, para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, de 01 a 42 dias de idade, obtidos de imagens termográficas, para as respectivas combinações de dias e ambientes térmicos, Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM).

Tabela 5. Valores médios da temperatura do corpo, temperatura da cabeça e temperatura da perna, em °C, para aves de postura da linhagem Lohmann LSL Lite, para as respectivas combinações de dias e ambientes térmicos, Calor Moderado (CM), Conforto Preconizado pelo Manual da Linhagem Lohmann LSL Lite (CP), Frio Brando (FB) e Frio Moderado (FM)

Dias de idade das aves	Temperatura da cabeça (°C)			
	CM	CP	FB	FM
8	48,65 ^a	43,46 ^b	41,94 ^c	40,62 ^c
15	43,89 ^a	43,71 ^a	41,70 ^b	39,01 ^c
22	43,57 ^a	41,19 ^b	40,44 ^b	38,37 ^c
29	42,25 ^a	41,87 ^a	40,32 ^b	38,02 ^c
36	40,39 ^a	40,03 ^a	41,17 ^a	37,63 ^b
42	41,94 ^a	41,79 ^a	41,54 ^a	37,04 ^b
Média	43,44	42,00	41,18	38,44
Dias de idade das aves	Temperatura do corpo (°C)			
	CM	CP	FB	FM
8	48,28 ^a	43,72 ^b	41,21 ^c	38,67 ^d
15	43,02 ^a	43,09 ^a	40,69 ^b	38,69 ^c
22	41,81 ^a	39,45 ^b	37,66 ^c	34,16 ^d
29	38,52 ^a	37,80 ^a	35,91 ^b	33,61 ^c
36	35,09 ^a	36,69 ^a	35,22 ^a	33,18 ^b
42	36,60 ^a	35,15 ^a	34,99 ^a	33,06 ^b
Média	40,55	39,32	37,61	35,22
Dias de idade das aves	Temperatura da perna (°C)			
	CM	CP	FB	FM
8	49,00 ^a	43,97 ^b	43,82 ^b	40,66 ^c
15	44,72 ^a	43,48 ^a	42,30 ^a	40,93 ^b
22	43,55 ^a	41,62 ^a	41,18 ^a	38,99 ^b
29	41,67 ^a	41,42 ^a	41,03 ^a	38,57 ^b
36	41,57 ^a	41,51 ^a	41,24 ^a	38,23 ^b
42	42,39 ^a	42,73 ^a	41,99 ^{ab}	38,83 ^b
Média	43,81	42,45	41,92	39,36

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

Foi registrada a média das temperaturas do corpo, da cabeça e das pernas das aves, as quais diferiram ($P < 0,05$) para todos os tratamentos em relação a cada dia de avaliação. Os valores observados, em geral, foram maiores para os tratamentos calor moderado e conforto preconizado, demonstrando que houve acréscimo da temperatura superficial à medida que a temperatura ambiental aumentou. Para contrapor, as menores temperaturas superficiais da cabeça, do corpo e da perna foram encontradas nos tratamentos de estresse por frio brando e moderado, provavelmente devido a vasoconstrição periférica ocorrida como forma de evitar a perda de calor pela ave, pela redução da circulação sanguínea a fim de conservar

calor. Segundo Nääs et al. (2010), a perda de calor varia nas distintas partes do corpo da ave durante o período de crescimento, e está relacionada com a temperatura do ar do ambiente e com a quantidade de cobertura de penas, sendo que aves menores são mais vulneráveis às trocas térmicas.

Os valores de temperatura encontrados na cabeça e na perna foram superiores as médias da temperatura superficial do corpo. Este comportamento também foi observado por Camerini et al. (2016), que ao avaliarem a temperatura superficial das aves de postura comercial criadas em diferentes condições climáticas (20, 26 e 32°C), observaram que a temperatura do corpo, da cabeça e da perna aumentaram com o aumento da temperatura do ar, sendo que os valores da temperatura da cabeça foram superiores quando comparadas com as temperaturas do corpo e da perna.

Essa resposta deve-se ao fato de que na região da cabeça, a elevada temperatura de superfície, aliada a superfície membranosa e rica rede vascular, faz desta região um importante sítio de termólise, onde ocorre fluxo de calor sensível do animal para o ambiente (CAMERINI et al., 2016).

Nääs et al. (2010), ao estudarem a distribuição da temperatura superficial pelo processamento de imagens termográficas infravermelhas para caracterizar a temperatura da superfície do frango de corte, observaram alta correlação entre regiões sem penas e temperatura do ar, mostrando que estas áreas respondem rapidamente às mudanças no ambiente de criação. Este resultado confere com os encontrados nesta pesquisa, em que os valores de temperatura superficial da perna foram superiores a temperatura superficial do corpo.

As áreas sem penas, tais como as pernas e a área facial, são fundamentais no processo termorregulatório, assim como as regiões corporais altamente vascularizadas como crista e barbeta (CASTILHO et al., 2015). Para Abreu et al. (2012), as regiões desprovidas de penas possuem maior contribuição nas trocas entre a superfície corpórea e o ambiente circundante.

Shinder et al. (2007), ao observarem o efeito da exposição de frangos de corte com idade de 03 e 04 dias à baixas temperaturas, verificaram que a perda de calor à partir das pernas diferiu da ocorrida na região facial.

Em estudo com frangos de corte durante primeiros dias de idade, Malheiros et al. (2000), ao analisarem a temperatura superficial da cabeça, do dorso, da asa e da perna das aves, em diferentes ambientes de criação, observaram maior variação de

temperatura nas partes desprovidas de pena, com variação mais marcante observada nas pernas.

A menor temperatura encontrada no corpo deve-se ao fato das penas contribuírem para a regulação do equilíbrio térmico. De acordo com Melo et al. (2016), as partes das aves cobertas com penas favorecem certo isolamento térmico e dificultam a troca de calor com o meio.

2.4 CONCLUSÕES

1. As aves submetidas aos tratamentos calor moderado, conforto preconizado, frio brando e frio moderado mantiveram as respostas fisiológicas dentro da normalidade durante o período compreendido entre 01 e 42 dias de vida.
2. Sob as condições específicas do presente experimento, a temperatura superficial das aves variou em função da temperatura do ar de cada ambiente de criação, com menores temperaturas superfícies para os tratamentos frio brando e frio moderado.
3. A utilização do processamento de imagens termográficas por infravermelho identificou efetivamente a distribuição da temperatura superficial das aves criadas em diferentes temperaturas ambientais, indicando variação da temperatura superficial entre os diferentes tratamentos e maiores temperaturas superficiais para as regiões da cabeça e a perna das aves.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G. D.; ABREU, V. M. N. Conforto térmico para aves. **Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2004.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M.; COLDEBELLA, A.; HASSEMER, M. J.; TOMAZELLI, I. L. Medidas morfológicas em função do peso e da idade da ave, por meio de imagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 795-801, 2012.

ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, B. R.; MAIA, R. C.; BARROS, V.R.S.M. **Galinhas Poedeiras Criação e Alimentação**. Ed. Aprenda Fácil, 2014.

BROWN-BRANDL, T. M.; YANAGI JÚNIOR, T.; XIN, H.; GATES, R. S.; BUCKLIN, R. A. A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 19, n. 5, p. 583-589, 2003.

CAMERINI, N. L.; SILVA, R. C.; DO NASCIMENTO, J. W. B.; DE OLIVEIRA, D. L.; DE SOUZA, B. B. Variação da temperatura superficial de aves poedeiras criadas em dois sistemas de criação utilizando termografia. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 12, n. 2, p. 145-152, 2016.

CÂNDIDO, M. G. L. **Determinação da faixa de conforto térmico com base nos resultados de desempenho produtivo e respostas fisiológicas de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos durante a fase inicial de criação**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, 2014.

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**, v. 9, n. 2, p. 122-131, 2015.

CASSUCE, D. C. Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil. 103f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, 2011.

CILULKO, J.; JANISZEWSKI, P.; BOGDASZEWSKI, M.; SZCZYGIELSKA, E. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. **European Journal of Wildlife Research**, v. 59, n. 1, p. 17-23, 2013.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016. 296p.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. 2ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002, p.209-230.

HILLMAN, P. E.; SCOTT, N. R.; VAN THIENHOVEN, A. Vasomotion in chicken foot: dual innervation of arteriovenous anastomoses. **Animal Journal Physiology**, v. 242, n. 5, p. 582- 590, 1982.

MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; BRUNO, L. D. G.; MALHEIROS, E. B.; FURLAN, R. L.; MACARI, M. Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 9, n. 1, p. 111-117, 2000.

MANEGEMENT GUIDE LOHMANN LSL-Lite (s.d). Disponível em <http://www.hylinena.com/UserDocs/products/Lohmann_LSL-Lite.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F.T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 277-286, 2005.

MELO, A. S.; FERNANDES, R. T. V.; MARINHO, J. B. M.; DE ARRUDA, A. M. V.; DE FIGUEIRÊDO, L. C.; FERNANDES, R. T. V. Relação temperatura e nutrição sobre o desempenho de galinhas poedeiras. **Pubvet**, v. 10, p. 855-860, 2016.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 658-663, 2014.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; BARACHO, M. S.; GARCIA, R. Assessment of broiler surface temperature variation when exposed to different air temperatures. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 13, n. 4, p. 259-263, 2011.

NASCIMENTO, S. T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais**. 120f. Tese de mestrado. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola)-Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2010

NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. O. D.; MOURÃO, G. B.; CASTRO, A. C. D. Bands of respiratory rate and cloacal temperature for different broiler chicken strains. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1318-1324, 2012.

NÄÄS, I. D. A.; ROMANINI, C. E. B.; NEVES, D. P.; NASCIMENTO, G. R. D.; VERCELLINO, R. D. A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 5, p. 497-502, 2010.

PATTERSON, P. H.; SIEGEL, H. S. Impact of cage density on pullet performance and blood parameters of stress. **Poultry science**, v. 77, n. 1, p. 32-40, 1998.

RICHARDS, S. A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **The Journal of Physiology**, v. 216, p. 1-10, 1971.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: 2011. 111 p.

RUZAL, M.; SHINDER, D.; MALKA, I.; YAHAV, S. Ventilation plays an important role in hens' egg production at high ambient temperature. **Poultry science**, v. 90, n. 4, p. 856-862, 2011.

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

SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J.; DRUYAN, S.; YAHAV, S. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. **Poultry science**, v. 86, n. 10, p. 2200-2209, 2007.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p1-26, 2001.

3.1 APÊNDICES

3.1.1 ANOVA

Tabela 1. Resumo da Análise de Variância das variáveis consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), uniformidade (U), peso corporal (PC), temperatura superficial média (TSM), temperatura retal, temperatura da cabeça, temperatura do corpo e temperatura da perna dos diferentes tratamentos (TR) e dias de avaliação (D) de aves de postura (Lohmann LSL Lite) no período de 01 a 42 dias de vida

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		CR	GP	U	
Tratamento (TR)	3	2071,93**	89,66 ^{ns}	1391,91**	
Resíduo (a)	20	512,87	194,67	297,74	
Dias (D)	5	117978,9**	13906,50**	377,88 ^{ns}	
TR x D	15	2049,876**	158,96 ^{ns}	483,55*	
Resíduo (b)	100	279,68	367,59	263,79	
CV(%) Parcela		13,60	22,28	24,93	
CV(%) Subparcela		10,04	30,75	23,47	

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		PC			
Tratamento (TR)	3	1562,35 ^{ns}			
Resíduo (a)	20	1652,19			
Dias (D)	6	472081,6**			
TR x D	18	250,79 ^{ns}			
Resíduo (b)	120	453,00			
CV(%) Parcela		20,48			
CV(%) Subparcela		10,72			

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		TSM	TRET	TCabeça	TCorpo	TPerna
Tratamento (TR)	3	392,65**	0,27**	137,42**	199,74**	171,66**
Resíduo (a)	20	2,24	0,03	0,90	0,91	6,79
Dias (D)	5	334,12**	0,65**	40,87**	304,76**	101,85**
TR x D	15	18,45**	0,19**	13,26**	20,84**	32,55**
Resíduo (b)	100	0,52	0,05	0,45	0,55	5,01
CV(%) Parcela		3,97	0,42	2,29	2,52	6,35
CV(%) Subparcela		1,91	0,55	1,62	1,96	5,46

**F Sig ao nível de 1%

* F Sig ao nível de 5%

^{ns} F não significativo a 5%

3.1.2 Composição e valores nutricionais dos ingredientes utilizados na formulação da ração para as pintainhas de postura no período de 01 a 42 dias de idade

Tabela 2. Composição da dieta para pintainhas na fase inicial de criação no período de 01 a 42 dias de idade

Ingredientes (%)	Inicial (0 a 6 semanas)
Milho	64,727
Farelo de soja (45%)	24,923
Farelo de trigo	6,530
Fosfato bicálcico	1,669
Calcário	1,174
Sal comum	0,390
DL-metionina (99%)	0,122
L-lisina HCl (79%)	0,095
Cloreto de colina (60%)	0,100
Suplemento vitamínico ¹	0,100
Suplemento mineral ²	0,100
Salinomicina 12% ³	0,055
Avilamicina 10% ⁴	0,010
Antioxidante ⁵	0,010
Total	100,00
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	18,00
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	2900
Fibra bruta (%)	3,200
Lisina digestível (%)	0,876
Metionina + cistina digestível (%)	0,640
Treonina digestível	0,593
Valina digestível	0,750
Isoleucina digestível	0,671
Leucina digestível	1,469
Histidina digestível	0,458
Triptofano digestível	0,1906
Fenilalanina + Tirosina digestível	1,386
Cálcio (%)	0,940
Fósforo disponível (%)	0,437
Sódio (%)	0,180

¹ Níveis de garantia por quilo de produto (Mínimo): Ácido fólico 0,3 mg, Ácido Pantotênico 12 mg, Ácido nicotínico 50 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 30 mg, Vitamina A 10.000.000 UI, Vitamina B1 1,5 mg, Vitamina B12 0,015 mg, Vitamina B2 6 mg, Vitamina B6 4 mg, Vitamina D3 2.000.000 UI, Vitamina E 28 UI, Vitamina K3 3mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

² Níveis de garantia por quilo de produto (Mínimo): Cobalto 2 mg, Cobre 10 mg, Ferro 50 mg, Iodo 0,7 mg, Manganês 78 g, Selênio 0,18 mg, Zinco 55 mg, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

³ Anticoccidiano.

⁴ Surmax.

⁵ Butil Hidroxi Tolueno – BHT.

3.1.3 Certificado de aprovação pela 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 45/2016, intitulado "Determinação da faixa de conforto térmico ambiente para galinhas poedeiras na fase inicial de criação", coordenado pela professora Ilda de Fátima Ferreira Tinóco 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 01/11/2016, com validade de 12 meses.

CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use/UFV certify that the process number 45/2016, named "Determination of environment thermal comfort range for laying hens in initial phase", 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 November 01, 2016 valid for 12 months.



Prof. Átima Clemente Alves Zuanon

Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFV