



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA**



CONFORTO TÉRMICO E DESEMPENHO DE PINTAINHAS CRIADAS EM GAIOLAS SOBREPOSTAS NO SEMIÁRIDO

FABIANA TEREZINHA LEAL DE MORAIS

Campina Grande - PB
2020

FABIANA TEREZINHA LEAL DE MORAIS

**CONFORTO TÉRMICO E DESEMPENHO DE PINTAINHAS
CRIADAS EM GAIOLAS SOBREPOSTAS NO SEMIÁRIDO
PARAIBANO**

Projeto de pesquisa a ser apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande/PB para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto

M827c

Morais, Fabiana Terezinha Leal de.

Conforto térmico e desempenho de pintainhas criadas em gaiolas sobrepostas no semiárido paraibano / Fabiana Terezinha Leal de Moraes. - Campina Grande, 2020.

55 f. : il. Color

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2020.

"Orientação: Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto".

Referências.

1. Ganho de Peso das Pintainhas. 2. Ambiência Animal. 3. Temperatura do Ar. I. Lopes Neto, José Pinheiro. II. Título.

CDU 636.5(043)

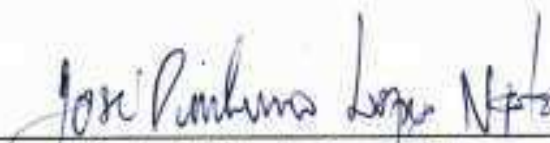


PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

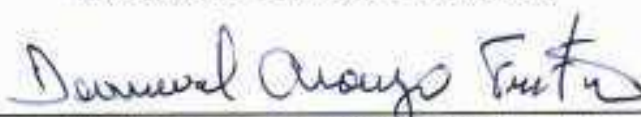
FABIANA TEREZINHA LEAL DE MORAIS

APROVADO (A): 27 de fevereiro de 2020

BANCA EXAMINADORA



Dr. José Pinheiro Lopes Neto
Orientador - UAEA/CTRN/UFPA



Dr. Dermeval Araújo Furtado
Examinador - UAEA/CTRN/UFPA



Dra. Neila Lidiany Ribeiro
Examinadora - INSA

Aos amores da minha vida, Antônio Xavier (minha essência) e Maria Barbosa (minha fortaleza), meus avós paternos (*in memoriam*) e aos meus avós maternos José Arlindo (*in memoriam*) e Terezinha Leal, exemplos de superação em os todos momentos desta caminhada.

Dedico e ofereço.

Toque no impossível, olhe além das possibilidades, tenha visão de águia. Se você quer, você pode, mas acima de tudo confie em Deus, porque ele é a âncora da nossa vida!

Jean Rosana.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todos os dons e graças sobre mim derramados.

A minha Mãe guerreira, Josefa Ednalva, por todo esforço e dedicação. Não tenho palavras para explicar minha admiração por você!

Aos meus irmãos Fernanda Moraes, Flávia Maria, Fernando Moraes Filho, Fabiola Leal, Hélio Moraes e Jailson Moraes, meus exemplos de superação nos momentos que pensei em desistir do mestrado, agradeço pelo amor, incentivo, apoio, amizade e companheirismo.

Agradeço as minhas Tias Maria Barbosa Cadena, Josefa Barbosa e, em especial, Ana Lúcia Barbosa, por ser meu maior exemplo de que não devemos desistir no primeiro obstáculo. Obrigada por existirem e serem presentes em minha vida.

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

Ao meu namorado Gean Martins, pelo carinho e compreensão. Obrigada por ter feito do meu sonho o nosso sonho. Sem você teria sido impossível chegar até aqui!

A Universidade Federal de Campina Grande, pela excelência no ensino e pela oportunidade da realização do mestrado.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola e seus funcionários.

Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Dr. José Pinheiro Lopes Neto, pela orientação, oportunidade, contribuição, e confiança. Por quem tenho imensa admiração. Serei eternamente grata!

Aos professores e amigos Tiago Araújo e Ana Cristina, por toda contribuição nos momentos de desabafos, amizade e carinho.

Aos amigos, sobretudo, aqueles que nesse período mostraram serem os verdadeiros, aqueles que sempre estavam dispostos ao ouvir meus desabafos, anseios, e suportaram meus estresses, esses sim eu vou sempre lembrar, Tiago (técnico do laboratório), Airton, Gypson, Yokiny, Poliana Marta, Bruna Marques, Nagéla Grangeiro, Raí Barbosa, Jéssica Vieira, Yasmim Martins, Aline Carvalho, Janoelma França, Ilka Lissandra, Maria Eduarda, Joelma, Bruno e Luana. Obrigada pela ajuda de cada um.

As companheiras de residência Welinágila Grangeiro, Santana Livia e Fabiola Leal foi com elas que eu ri e chorei, além das maiores bagunças e cumplicidade.

Aos componentes da banca examinadora, Prof.^a, pela disponibilidade em avaliar este trabalho.

Ao meu Cunhado Leandro Duarte por todo incentivo.

Em especial, agradeço aos meus amigos (irmãos) Adriana Santos, Patrício Leite, e Daniele Melo pela valiosa ajuda em todas as etapas do experimento durante o mestrado e pelo carinho, desabafos, companheirismo e amizade.

A família Martins por todo companheirismo e incentivo.

A Granja Santa Clara, pela disponibilização dos galpões e apoio constante ao projeto. E por todo apoio concedido no desenvolvimento deste experimento e pela amizade conquistada.

Aos meus amigos da minha Cidade (Gado Bravo), que mesmo distante sempre procuramos manter contato, em especial Rosana Freitas, Luana Alves, Murilo Medeiros, Viviane Alves, Brenda Alexandre, Irla Karla, José Antônio Filho.

À Capes, pela bolsa de estudos concedida.

E a todos que contribuíram diretamente nas atividades para a realização deste trabalho, e àqueles que atuaram através de palavras de força e de sabedoria, meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

	Pág
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas.....	viii
Resumo.....	ix
Abstract	x
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 <i>Objetivo geral:</i>	13
2.2 <i>Objetivos específicos:</i>	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 <i>Ambiência para aves poedeiras</i>	14
3.2 <i>Conforto térmico para aves</i>	15
3.3 <i>Respostas produtivas, fisiológicas ou comportamentais</i>	16
3.4 <i>Sistema de aquecimento</i>	18
3.5 <i>Influência da temperatura do ar no desempenho das pintainhas</i>	19
3.6 <i>Umidade relativa do ar</i>	20
3.7 <i>Debicagem das pintainhas</i>	20
3.8 <i>Índices de conforto térmico</i>	21
3.9 <i>Sistemas de gaiolas vertical</i>	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 <i>Localização do experimento</i>	22
4.2 <i>Características do galpão</i>	22
4.3 <i>Manejo das aves durante a fase de cria</i>	23
4.4 <i>Instrumentação e processamento dos dados</i>	25
4.5 <i>Índices de conforto térmico</i>	27
4.6 <i>Análise estatística</i>	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 <i>Temperatura do ar</i>	28
5.1.1 <i>Fase com aquecimento</i>	28
5.2 <i>Fase pós aquecimento</i>	32
5.3 <i>Umidade relativa do ar</i>	33
5.3 <i>Índices de conforto térmico</i>	37
5.2 <i>Avaliação do desempenho das aves</i>	42
6 CONCLUSÃO	45
7 REFERÊNCIAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Variações de temperatura corporal das pintainhas em função da temperatura ambiente	17
Figura 2	Localização do aviário.....	23
Figura 3	Corte frontal do galpão usado para estudo.....	24
Figura 4	Sistema de aquecimento.....	25
Figura 5A	Bebedouros do tipo nipple.....	26
Figura 5B	Comedouros automatizados.....	26
Figura 6	Distribuição dos sensores.....	27
Figura 7	Pesagem das pintainhas.....	28
Figura 8	Comportamento da temperatura média do ar do ar interna e externa do aviário nas diferentes semanas ao longo do dia.....	32
Figura 9	Comportamento da umidade relativa média do ar interna e externa do aviário nas diferentes semanas ao longo do dia.....	37
Figura 10	Valores médios de ITGU e CTR no galpão e os limites de conforto térmico para as semanas analisadas.....	41
Figura 11	Valores médios semanais de desempenho das pintainhas durante o período experimental e os valores de referência para linhagem.....	44
Figura 11	Valores médios semanais de desempenho das pintainhas durante o período experimental e os valores de referência para linhagem.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Faixas de temperaturas de conforto na fase da cria.....	21
-----------------	---	----

Morais, Fabiana Terezinha Leal de, **CONFORTO TÉRMICO E DESEMPENHO DE PINTAINHAS CRIADAS EM GAIOLAS SOBREPOSTAS NO SEMIÁRIDO**. 2020. 53f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.

RESUMO: O Brasil se destaca na produção avícola de postura, especialmente, pelos investimentos em pesquisas e tecnologias. Contudo, diversas regiões brasileiras, incluindo a do estudo, apresentam números poucos expressivos devido, entre outros fatores, às características climáticas. Por isso, o objetivo desta pesquisa angariou-se em avaliar o efeito do ambiente térmico de um aviário comercial, quanto ao desempenho das pintainhas na fase inicial de 1 a 42 dias de idade, na região semiárida. O experimento foi conduzido em uma granja comercial que dispõem de um sistema convencional, no município de Cuité/PB, durante os meses de novembro a dezembro de 2018, período caracterizado como verão. Foram alojadas 10.000 pintainhas em gaiolas, sobrepostas da linhagem Lohmann LSL. Avaliou-se as variáveis ambientais: temperatura e umidade relativa do ar, para os ambientes interno e externo da instalação. Os índices de conforto térmico avaliados são: índice de temperatura do globo negro e umidade e carga térmica radiante. O desempenho foi avaliado por meio do peso vivo, ganho de peso e a avaliação dos dados de desempenho para comparar os dados obtidos com os recomendados pelo manual de manejo da linhagem Lohmann LSL. Sendo assim, os resultados indicaram que, para as condições térmicas ambientais, com base nos índices de conforto térmico, as aves passaram por condições de estresse por frio, no período noturno nas primeiras semanas. Quanto a umidade relativa do ar, os menores valores com pequenas variações foram registrados no período diurno, entretanto, no período noturno ocorreram elevados valores e maior variação. Conclui-se através das informações alcançadas que, mesmo utilizando o sistema de aquecimento elétrico e campânulas, ele se apresentou ineficiente, já que os índices ambientais e conforto térmico ficaram abaixo do proposto para pintainhas na primeira e segunda semana de vida. A partir da terceira semana, o índice de temperatura de globo e umidade não permaneceu dentro das faixas consideradas ideais para as aves, exceto a carga térmica radiante que permaneceu dentro da faixa proposta pela literatura. No entanto, as variáveis analisadas não comprometeram o desempenho das pintainhas, mantendo-se próximas das faixas consideradas ideais para linhagem. Evidenciando assim, a adaptabilidade das pintainhas ao ambiente em que foram capazes de minimizar os efeitos do estresse térmico.

Palavras-chave: Ambiência; temperatura; ganho de peso.

Morais, Fabiana Terezinha Leal de, **THERMAL COMFORT AND PERFORMANCE OF CHICKS CREATED IN OVERLAYED CAGES IN THE SEMIARID**. 2020. 53f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.

ABSTRACT: Brazil has been standing out in the poultry production of laying, especially due to investments in research and technologies, however, several Brazilian regions, such as the region of the study, present few expressive numbers due, among other factors, to the climatic characteristics. The objective of this research was to evaluate the effect of the thermal environment of a commercial aviary on the performance of chicks in the initial phase of one to 42 days of age, in the semiarid region. The experiment was conducted in a commercial farm that has a conventional system, in the municipality of Cuité / PB, during the months of November to December 2018, a period characterized as summer. 10,000 chicks were housed in overlapping Lohmann LSL lineage cages. The environmental variables were evaluated: temperature and relative humidity of the air for the internal and external environments of the installation. The thermal comfort indices evaluated: temperature index of the black globe and humidity and radiant thermal load. The performance was evaluated by means of live weight, weight gain and the evaluation of the performance data was performed by comparing the data obtained with those recommended by the management manual of the Lohmann LSL strain. The results indicated that for the environmental thermal conditions, based on the thermal comfort indexes, the birds were in conditions of cold stress, at night in the first weeks. As for the relative humidity of the air, the smallest values with small variations were registered in the daytime, however in the nighttime high values and greater variation were obtained. It is concluded that even using the electric heating system and hoods, this system was inefficient, since the environmental indexes and thermal comfort were below that proposed for chicks in the first and second week of life. From the third week onwards, the globe temperature and humidity index did not remain within the ranges considered ideal for birds, except for the radiant thermal load that remained within the range proposed by the literature. However, the variables analyzed did not compromise the performance of the chicks, remaining close to the considerable ranges ideal for lineage. Evidencing the adaptability of chicks to the environment that were able to minimize the effects of thermal stress.

Keywords: Ambience, temperature, gain weight.

1 INTRODUÇÃO

A avicultura cada vez mais demonstra ser uma atividade agropecuária de grande relevância para o consumo humano. Seu crescimento consolidado no Brasil está diretamente relacionado e estimulado pela tecnificação, principalmente, na automação do setor, melhoramento genético, sanidade, nutrição e ambiência, favorecendo o desempenho das aves.

O desenvolvimento industrial de aves de postura está conectado com a sua criação e manejo, os mais utilizados são o sistema convencional em gaiolas sobrepostas, que proporciona fácil manejo, melhor controle sanitário, alojamento de um número maior de pintainhas por metro quadrado e o free-range que favorece a circulação das aves proporcionando espaço e liberdade para a desempenhar seus comportamentos.

Sabe-se que as aves necessitam de um ambiente favorável para seu desenvolvimento a cada fase de vida. Contudo, o maior desafio é propiciar limiares ideais de condições ambientais no interior do galpão de acordo com as exigências das aves. Por essa razão a temperatura do ar torna-se a principal influenciadora no desempenho animal.

No que se refere a tipologia dos galpões, em fase inicial de criação, as aves de postura devem ser protegidas de variações bruscas de temperatura (reduzidas e altas), sendo uma grande adversidade em grande parte das construções aviárias brasileiras por serem abertas e sem ambiente controlado. Ao serem submetidas as condições de desconforto térmico, dificilmente conseguirão desempenhar seu papel produtivo ao longo da vida. Portanto, confirma a importância de sempre promover condições favoráveis de conforto térmico.

A Associação Brasileira Proteína Animal (ABPA, 2019) indica que, o alojamento de pintainhas de postura comercial apresentou um crescimento anual de 13,4% nos primeiros cinco meses de 2020. Em um período mais longo, últimos 10 anos, o volume atual com crescimento de 76%.

Como mencionado, o ambiente é um fator fundamental, visto que, as alterações em seu espaço influenciam na uniformidade, interferindo no desempenho das pintainhas. Dessa maneira, torna-se imprescindível a realização de pesquisas voltadas a avaliação do

ambiente sob o desempenho das aves na fase inicial de criação, possibilitando a sua compressão do microclima no interior dos galpões avícolas na região do semiárido.

Justificativa

O semiárido brasileiro proporciona temperaturas elevadas do ar e pluviosidade baixa ao longo do ano, corroborando com a fase inicial de criação das poedeiras, a qual demanda uma maior quantidade de calor na primeira quinzena de vida, e vai diminuindo gradualmente ao longo de cada semana.

Devido à ausência do sistema termorregulatório bem desenvolvido na fase inicial, as aves precisam de medidas protetivas de temperaturas, para mantê-las dentro das faixas de conforto térmico indicadas para cada semana de vida das pintainhas. No entanto, grande parte dos aviários apresentam condições inadequadas para poedeiras na fase de cria.

Em decorrência das condições de semiaridez na região de estudo, a caracterização das instalações é fundamental, principalmente, na estação seca, buscando aprimorar o sistema de criação, proporcionando um ambiente térmico próximo da zona de conforto recomendada pelo manual da linhagem Lohmann Lst Lite.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Avaliar o efeito do ambiente térmico de uma granja comercial quanto ao desempenho das pintainhas no semiárido brasileiro.

2.2 Objetivos específicos:

- ✓ Avaliar a variação da temperatura e da umidade relativa do ar do galpão (ambiente interno e externo) em sistema de criação em gaiolas sobrepostas;
- ✓ Analisar o conforto térmico das pintainhas, com base no índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), carga térmica radiante (CTR) na fase de inicial de criação das aves;
- ✓ Avaliar a influência do ambiente térmico no período de verão no semiárido sobre o desempenho das pintainhas da linhagem Lohmann LSL.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 *Ambiência para aves poedeiras*

A avicultura industrial de postura no Brasil iniciou-se no estado de São Paulo, com a chegada dos imigrantes japoneses. Nas décadas de 1940 e 1950 teve início a avicultura industrial de abate no estado de Santa Catarina, com a instalação de empresas como a Sadia e Perdigão, posteriormente, ocorreu o crescimento da produção de frangos no Sul do Brasil e a expansão da avicultura nas regiões Centro-Oeste e Norte (Belusso & Hespagnol, 2010).

Mesmo com a evolução na avicultura de postura, os investimentos em melhorar a ambiência das instalações e o bem-estar das aves ainda são poucos (Oliveira, 2017), tornando a atividade vulnerável ao clima, sendo um aspecto importante para a produção avícola e uma das exigências a comercialização em mercados internacionais.

No Brasil, a maioria dos aviários são abertos e em sistemas verticais, com grandes dimensões, tendo níveis de gaiolas de oito andares. Nessas concepções arquitetônicas, a situação de estresse térmico pode ser crítica, em função da variação no gradiente térmico não apenas na vertical, mas também no comprimento e na largura do galpão (Coelho et al., 2015).

Neste contexto, insere-se a importância da ambiência, que está ligada ao microclima no interior das instalações e a sua influência sob a produção animal, que é naturalmente influenciada pelas condições climáticas externas (Nazareno et al., 2013).

De acordo com Garcia et al. (2012), o microclima é composto pela combinação da umidade relativa do ar, radiação solar incidente, temperatura do bulbo seco e velocidade do ar circulante no ambiente, quando em equilíbrio promovem um bom conforto térmico as aves, podendo expressar seu comportamento natural.

Baêta & Souza (2010) citam que, o ambiente de produção é qualificado por um conjunto de elementos, sendo eles: físicos, químicos, sociais e climáticos, que agem simultaneamente e desempenham influências sobre os animais favoráveis ou desfavoráveis ao desenvolvimento biológico, comportamento produtivo e reprodutivo das aves.

Sendo assim, o ambiente térmico ao qual as pintainhas são submetidas durante a fase inicial de sua criação deve ser bem manejado. Pois, o estresse provocado por temperaturas incompatíveis com as exigências das aves em suas diferentes fases de vida, pode afetar de maneira negativa o bem-estar e, até mesmo de forma irreversível, a uniformidade do lote, predisposição a doenças, desempenho e eficiência produtiva (Andrade, 2017).

3.2 *Conforto térmico para aves*

O conforto térmico do galpão é importante para as aves preservarem a temperatura corporal durante o crescimento (Abreu et al., 2012). Nesse sentido, a zona de conforto térmico pode ser definida como a temperatura ambiente ideal onde a ave possui uma taxa metabólica mínima, conseguindo manter a homeotermia com o menor gasto energético (Nascimento et al., 2014).

Para Baêta & Souza (2010), o conforto térmico ambiental pode ser atingido por meio do condicionamento térmico natural, que consiste na escolha e utilização racional de técnicas e materiais de construção, além da decisão correta sobre a forma de orientação da construção.

Desta forma, a zona de conforto térmico varia entre espécies e entre indivíduos da mesma espécie e, essa faixa de temperatura está relacionada aos fatores como sua constituição genética, idade, sexo, tamanho corporal, peso, consumo e tipo de ração, estado fisiológico e estágio de postura (Furtado et al., 2003).

Considerando que a ave é um sistema termodinâmico aberto em contínua troca de energia com o ambiente, o ambiente externo pode afetar o interno da instalação, visto que, as alterações no ambiente podem afetar a fisiologia das aves, causando estresse e assim elas não conseguem manter sua homeotermia (Rodrigues, 2006).

Assim, para o animal homeotermo alojado em ambiente onde a temperatura se encontra acima da zona conforto, é necessário desviar energia de produção para buscar a manutenção da homeotermia (Cassuce, 2011).

As pintainhas não possuem sistema termorregulatório amadurecido, nem reserva energética suficiente para se adaptarem às condições adversas do ambiente térmico, por isso, são menos resistentes as condições ambientais diferentes das suas zonas de

termoneutralidade, apresentando redução no seu crescimento por causa de ajustes metabólicos e endócrinos realizados em resposta ao ambiente térmico (Ponciano, 2011).

As aves possuem mecanismos biológicos que são ativados em situações adversas e que a manter certa constância em sua temperatura corporal. Em condições de alta temperatura, pode apresentar alterações corporais, tais como: respiração mais acelerada, ofegação, redução no consumo de ração e aumento do consumo de água. Apesar dos mecanismos corporais utilizados pelas aves serem eficientes, em situações mais extremas não são suficientes para manter as aves em conforto (Queiroz, 2014).

O desconforto térmico também pode provocar uma série de consequências que está fortemente ligada a queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole (Barbosa Filho, 2004).

3.3 *Respostas produtivas, fisiológicas ou comportamentais*

As respostas produtivas, fisiológicas ou comportamentais contribuem para determinação da condição de conforto das aves, e podem afetar seu desempenho quando expostas a diferentes intensidades e durações de estresse, interferindo no consumo de ração, água, ganho de peso e conversão alimentar (Pires, 2017). Para os animais homeotermos a temperatura do ambiente possui papel decisivo sobre todas as suas respostas fisiológicas, permitindo ou não que a produtividade máxima seja obtida pela espécie (Cassuce, 2011).

Além das maiores variações de peso e desenvolvimento dos órgãos e de todos os tecidos que ocorrem durante a fase de criação, a formação completa e adequada dos órgãos deve ser dentro de cinco a seis semanas de idade. No entanto, o sistema fisiológico ainda está em desenvolvimento, tanto anatômica quanto funcionalmente (Albino et al., 2014).

Quando a ave está na zona de conforto térmico (Figura 1), seu organismo usa a energia de produção exclusivamente para o desempenho produtivo, mas quando a temperatura está fora dessa zona de conforto, tanto para o frio quanto para o calor, essa energia que seria utilizada para a produção será direcionada para que o animal consiga se manter vivo, e assim, o crescimento dos tecidos reduz para que sejam atendidas as mudanças fisiológicas para manter o corpo aquecido (Souza et al., 2015).

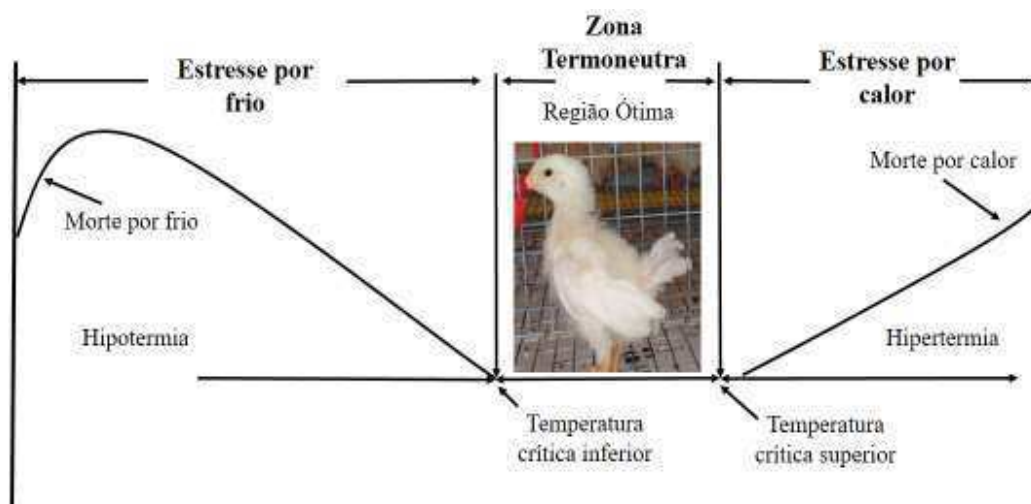


Figura 1. Variações de temperatura corporal das pintainhas em função da temperatura ambiente.

Contudo, em ambientes muito frios, pode ocorrer crescimento da taxa da perda de calor corporal de maneira muito intensa, o que levaria a diminuição gradativa e contínua da temperatura corporal. Esta ocorrência é muito mais grave, em especial na fase inicial de criação das aves, quando o sistema termorregulador ainda não está formado, causando prejuízos irreversíveis, como baixa uniformidade dos lotes, redução no peso e tamanho corporal final (Andrade, 2017).

Um dos fatores que interferem no desenvolvimento das aves é o estresse, que é influenciado, principalmente, pelas flutuações estacionais do meio ambiente (Neiva et al., 2004). O estresse térmico é causado por combinações adversas de temperatura inadequada, umidade relativa do ar e ventilação do ar no microclima do aviário, densidade de alojamento das aves, devido às atividades metabólicas, às mesmas geram calor.

O estresse térmico nas aves em regiões tropicais acontece pelas altas temperaturas do ar, sendo este cenário agravado quando combinado com elevada umidade relativa do ar. A redução da ação de agentes ambientais sob as aves ocorre quando as instalações avícolas protegem as aves da radiação solar direta. Isso pode ser conseguido parcialmente, a partir da utilização de telhado com maior potencial de reflexão da radiação solar (Valadares, 2015).

Nesse caso, a troca de calor com o ambiente para tentar se adaptar as mudanças de temperatura variam durante o dia, as pintainhas têm ações involuntárias que desencadeiam uma série de mudanças fisiológicas e comportamentais dos homeotermos

na tentativa de manter a homeostase, que ue são diferentes dependendo da sensação térmica que os animais estão sentindo (frio ou calor) (Melo et al., 2016).

Assim, quando a temperatura do ar está mais elevada a ave aciona os meios latentes (evaporativos) de dissipação de energia metabólica, sendo as principais formas de calor por evaporação através da pele e pelas vias respiratórias, sendo essa última a mais importante por não possuírem glândulas sudoríparas em sua pele (Oliveira et al., 2016; Staub et al., 2016). Os principais comportamentos expressados por aves quando estão em estresse térmico são: procura por água, deitar, abrir as asas, abaixar-se próximo de paredes e bebedouros, prostração e ofegação (Schiassi et al., 2015).

O desenvolvimento corporal e reprodutivo das aves na fase inicial, depende da ingestão em quantidade adequada de nutrientes exigidos para deposição de tecido corporal e formação do aparelho reprodutivo e, a maturidade sexual e o desempenho da poedeira estão relacionados com o desempenho nas fases iniciais. Isto ocorre porque esses fatores interferem diretamente, relacionando-se com o peso corporal e a uniformidade do lote na fase inicial (D'Agostini et al., 2017).

Recursos podem ser empregados objetivando rendimentos satisfatórios de aves em condições de estresse pelo calor, como uso de equipamentos para alterar artificialmente as variáveis climáticas, como alterações nas construções, plantio de árvores para aumentar o fluxo de ar, programa de luz e o tipo de equipamento usado na distribuição de água às aves (Silva et al., 2005).

3.4 *Sistema de aquecimento*

Para atender as exigências das pintainhas, os aquecedores são fundamentais para o início da vida. A fim de fornecer calor e proporcionar conforto térmico às aves, vários tipos de aquecedores são utilizados e a evolução desses equipamentos se deu pela busca de melhoria de transferência do calor com menor custo de energia (Ponciano, 2011).

Abreu & Abreu (2011) citam que, o aquecimento é essencial no início da vida e dele depende o bom desenvolvimento do animal, as duas primeiras semanas são as mais críticas, erros cometidos nestas fases poderão comprometer o futuro do lote, o que pode afetar o desempenho final e reduzir o ciclo de produção. Galvarro (2017), afirma que é necessário fornecer um sistema de aquecimento complementar devido ao sistema

termorregulador das aves não estar completamente desenvolvido na fase inicial de criação.

Sendo assim, as aves adultas geram mais calor que as pintainhas, pois há uma relação diretamente proporcional entre o peso do animal e o calor metabólico produzido por ele. Portanto, nos primeiros dias de vida da ave o ambiente deve ser mais aquecido (Furlan, 2006).

3.5 *Influência da temperatura do ar no desempenho das pintainhas*

Quando a temperatura ambiente se aproxima da temperatura das aves, a eficiência dos meios sensíveis de troca de calor decresce, nesse ponto o mecanismo principal de perda de calor passa a ser o processo de evaporação (Santos et al., 2012).

De acordo com Silva (2008), a capacidade de um animal manter a temperatura corporal dentro do intervalo normal depende do equilíbrio entre o calor produzido internamente, o calor ganho do ambiente e a taxa de dissipação do excesso de calor. Barbosa Filho (2004) cita que, a temperatura corporal da ave oscila em torno de uma faixa de 41°C, e o controle se faz através das trocas de calor com o meio. Se uma ave se encontra em condições de umidade relativa do ar e temperatura elevada, ela terá sérias dificuldades de perder ou trocar calor com o ambiente, ocasionando, assim, um aumento na temperatura corporal.

Para Ferreira (2017), a exposição das pintainhas a curtos períodos de baixas temperaturas pode acarretar efeitos negativos, comprometendo o desenvolvimento e o desempenho do lote. Desse modo, é de suma importância conhecer a temperatura ideal (Tabela 1) de criação nas primeiras semanas de vida das aves e seus efeitos sobre elas.

Tabela 1. Faixas de temperaturas de conforto na fase da cria.

Idade	Temperatura (°C)
1° - 2° dia	35-36
3° - 4° dia	33-34
5°- 7° dia	31-32
2ª Semana	28-29
3ª Semana	26-27
4ª Semana	22-24
A partir da 5ª Semana	18-20

Fonte: Manual Lohmann LSL, (2017).

Assim, considerando a importância e o crescimento da avicultura nacional, torna-se imperativo rever essas faixas que seriam realmente representativas de conforto térmico para as nossas condições climáticas (Cassuce et al., 2013). Vigoderis et al. (2010) expõem que, uma análise conjunta da temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes zootécnicos é fundamental para verificar a situação de conforto e estresse a que os animais estão submetidos.

3.6 Umidade relativa do ar

A capacidade das aves em tolerar altas temperaturas é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Todo processo que a ave realiza no sentido de manutenção da homeotermia promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho (Oliveira et al., 2006).

O ambiente inadequado, em especial sob o aspecto térmico e de qualidade do ar, é potencialmente estressante para as aves, causando transtornos no seu metabolismo, tais como queda de imunidade, doenças, altas taxas de mortalidade, diminuição dos índices de produtividade (Coelho, 2018). Desta forma, a ventilação mínima é responsável pelo fornecimento de oxigênio, retirada do excesso de calor, remoção o excesso de umidade, redução a concentração de gases nocivos e poeira, garantia de baixa incidência de enfermidades e reações à vacinas, melhora da conversão alimentar, a viabilidade e produtividade do lote (Carvalho, 2010).

3.7 Debicagem das pintainhas

A debicagem é o processo de corte parcial e cauterização das pontas superior e inferior do bico de aves poedeiras, evitando a bicagem agressiva entre as aves do comportamento natural e por influência de fatores como ambiente, nutrição, luz e densidade de alojamento (EMBRAPA, 2010). Ela tem como objetivo melhorar desempenho produtivo, reduzir o canibalismo, diminuir a quebra de ovos e melhorar a conversão alimentar das aves

Mesmo sendo uma prática benéfica, a técnica de debicagem submete as aves ao estresse, uma vez que, se manipula todas as aves do lote, além de demandar cuidados em sua execução, no que diz respeito ao comprimento de bico, temperatura da lâmina e treinamento da equipe que irá realizar este procedimento (Vieira Filho, 2016).

3.8 Índices de conforto térmico

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), é utilizado para medir o conforto térmico para animais Buffington et al. (1981). Sendo assim, o valor absoluto do ITGU engloba os efeitos temperatura do ar e da umidade relativa do ar, os efeitos da velocidade do ar e da radiação solar na forma de temperatura de globo negro.

Outro indicador do ambiente térmico é a Carga Térmica de Radiação (CTR) adequada para representar as condições de conforto térmico em regiões quentes para a produção animal, em razão de incorporar a temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, velocidade do ar e a radiação na forma de temperatura de globo negro, em um único valor (Ávalo, 2014).

3.9 Sistemas de gaiolas vertical

Os sistemas convencionais de gaiolas foram desenvolvidos na década de 1930 com o objetivo principal de maximizar o lucro e a produtividade das aves poedeiras, mantendo um grande número de galinhas em uma pequena área (Yilmaz Dikmen et al., 2016).

A criação em sistema de gaiolas de baterias, conhecido como convencional, é predominante no alojamento de aves poedeiras no Brasil, por ter os menores custos e maior facilidade de manejo (Moraes, 2018). Nesse sentido, os dejetos sólidos neste sistema são depositados imediatamente abaixo de cada gaiola e são transferidos continuamente para fora do criadouro, por meio de esteiras.

Conforme Braga et al. (2018), a produção de aves em alta densidade dificulta a expressão dos comportamentos que auxiliam na termorregulação e, por não terem espaço na instalação elas não conseguem encontrar um local mais fresco, além de o contato muito próximo entre animais facilitar a troca de calor entre os indivíduos, o que piora a sensação térmica e bem-estar das aves.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento

O experimento foi desenvolvido em granja comercial (Figura 2), no município de Cuité, Paraíba situada na Mesorregião do Agreste Paraibano. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima é considerado do tipo Bsh – semiárido quente com chuvas de verão. Localiza-se entre as coordenadas 06° 29' 06" de Latitude Sul e 36°09'24" de Longitude Oeste, onde a pluviosidade média é 714,6 mm/ano (AESAs, 2016) e apresenta uma temperatura variando entre 18 a 31°C. A pesquisa foi desenvolvida durante o verão, entre os meses de novembro a dezembro em 2018, período mais crítico para criação de aves na região, devido à alta incidência da radiação solar.



Fonte: Google maps, 2019.

Figura 2. Localização do aviário

4.2 Características do galpão

O galpão possui orientação no sentido leste-leste, com as seguintes dimensões: 8 m de comprimento x 70 m de largura e 4 m de altura de pé direito, com oitões em alvenaria e as laterais possuem muretas com 0,40 m de altura; as aberturas laterais são teladas e equipadas com cortina regulável. A cobertura do galpão com telhas onduladas de aço galvanizado, inclinação de 30% e beiral com 1,50 m. A estrutura do galpão de concreto armado com distância entre terças de 5,0 m.

O programa de iluminação artificial se instalou com 24 horas de luz na primeira semana, usando lâmpadas fluorescentes de 100 watts como fonte de aquecimento durante

os primeiros dias de vida dos animais. Já na segunda semana, houve uma redução para 20 horas e a partir da terceira semana 16 horas de luz. Quando as aves atingiram quatro semanas de idade até completar as seis semanas, foi fornecido somente luz natural e as cortinas ficaram totalmente abertas.

A vista frontal do aviário, possibilitando a visualização do dimensionamento do galpão, sensores de globo negro e temperatura, bem como a disposição das gaiolas segue na Figura 3.

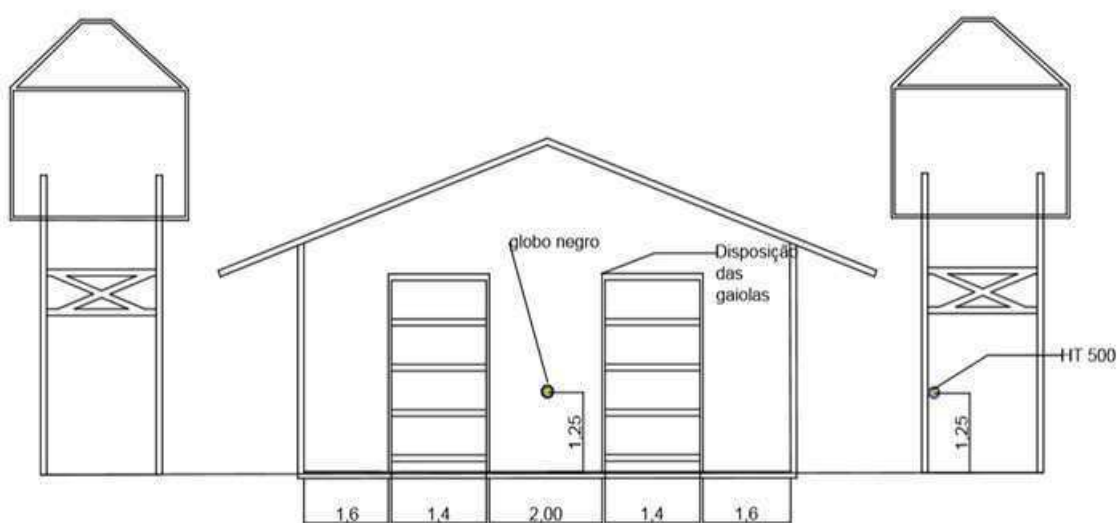


Figura 3. Corte frontal do galpão usado para o estudo.

A instalação apresenta sistema de ventilação natural, por meio do manejo das cortinas e pela abertura da porta, realizado diariamente de acordo com os fatores ambientais. A área *externa do galpão* é envolta por árvores nativas e frutíferas (ypê, catingueira, leucena, seriguêla e alguns arbustos) plantadas a cerca de 5m de distância do galpão atuando como quebra-ventos.

4.3 Manejo das aves durante a fase de cria

O experimento se desenvolveu com pintainhas na área de crescimento inicial das aves de postura, situada no interior da instalação (pinteiro), que compreendeu o período entre o 1º até o 42º dia de vida. Nos primeiros 15 dias de vida, as aves necessitaram de aquecimento artificial para manutenção da homeotermia.

O aquecimento (Figura 4) realizou-se por meio de um aquecedor elétrico e 6 campânulas elétricas providas de lâmpada de 220v que auxiliaram o sistema de aquecimento nos primeiros dias de vida das pintainhas. Para facilitar o manejo e diminuir o custo energético, o galpão foi dividido em uma área correspondente a 1/3 da área total, protegido por cortinas confeccionadas em fibras de plástico (polietileno) para reduzir o volume de ar a ser aquecido e garantir que o espaço seja aquecido uniformemente.



Figura 4. Sistema de aquecimento

No galpão foram distribuídas 10.000 pintainhas da linhagem Lohmann LSL, alojadas em gaiolas metálicas de forma homogênea confeccionadas com dimensões de (0,70 x 0,42 x 0,60 m de largura, comprimento e altura), respectivamente, sobrepostas em quatro andares, com oito fileiras com duas baterias, cada qual com dois níveis na forma de pirâmide, formando duas linhas ao longo da instalação, totalizando 84 gaiolas por um corredor central.

Instaurou-se a água por meio de bebedouros do tipo nipple (Figura 5A), dispostos no interior das gaiolas, e a dieta disponibilizada para suprir as exigências nutricionais para a faixa etária. A água foi fornecida à vontade diariamente e os alimentos foram fornecidos

duas vezes ao dia (07h e 17h). O aviário possui sistemas de comedouros automatizados (Figura 5B) e a retirada das excretas realizada por meio de esteiras mecanizadas.



Figura 5A. Bebedouros do tipo nipple

Figura 5B. Comedouros automáticos

Nos primeiros 15 dias, as aves foram alojadas em uma densidade de 50 pintainhas/gaiola, que gradualmente foi reduzida seguindo os padrões comerciais, para 30 pintainhas/gaiola de 15 a 30 dias, ao atingir a idade de 30 dias os animais foram redistribuídos ao longo do galpão, ocupando toda a extensão do espaço, totalizando 15 pintainhas/gaiola. Após o 10º dia de vida ocorreu a debicagem, e o manejo de vacinação para controle das principais zoonoses.

4.4 Instrumentação e processamento dos dados

O galpão foi monitorado da 1ª a 6ª semana de vida das pintainhas. Para caracterizar o ambiente térmico, foram registrados diariamente durante o período experimental na parte interna do galpão a temperatura do ar (TA), temperatura de globo negro (TGN) e umidade relativa do ar (UR).

Na mensuração da temperatura e umidade relativa do ar no interior do pinteiro foram utilizados termohigrômetros da marca Instrutherm® *dataloggers*, modelo HT-70 (precisão de $\pm 1\%$), posicionados a uma altura aproximadamente de 1,25 m. Os sensores colocados no centro do galpão, com leituras sendo realizadas a cada duas horas.

A temperatura de globo negro (TGN) foi coletada com o uso de sensores de temperatura (modelo Ds18b20), posicionados no centro de esferas ocas de plástico pintadas externamente na cor preta fosca e distribuídos a cada 5m, com uma altura de

1,25 metro do solo. Os sensores foram acoplados a um microcontrolador arduíno de leitura contínua com intervalos de 30 min.

Com base na Figura 6, percebe-se a distribuição de oito sensores de (TGN) nomeados por G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7 e G8, em uma área correspondente a 20 m do galpão, instalados no seu centro geométrico para maior precisão dos dados durante os primeiros 15 dias período de aquecimento: equidistante entre si a cada 5 m (figura 6A), logo após houve uma redistribuição dos que passaram a ocupar a parte central do galpão (figura 6B).

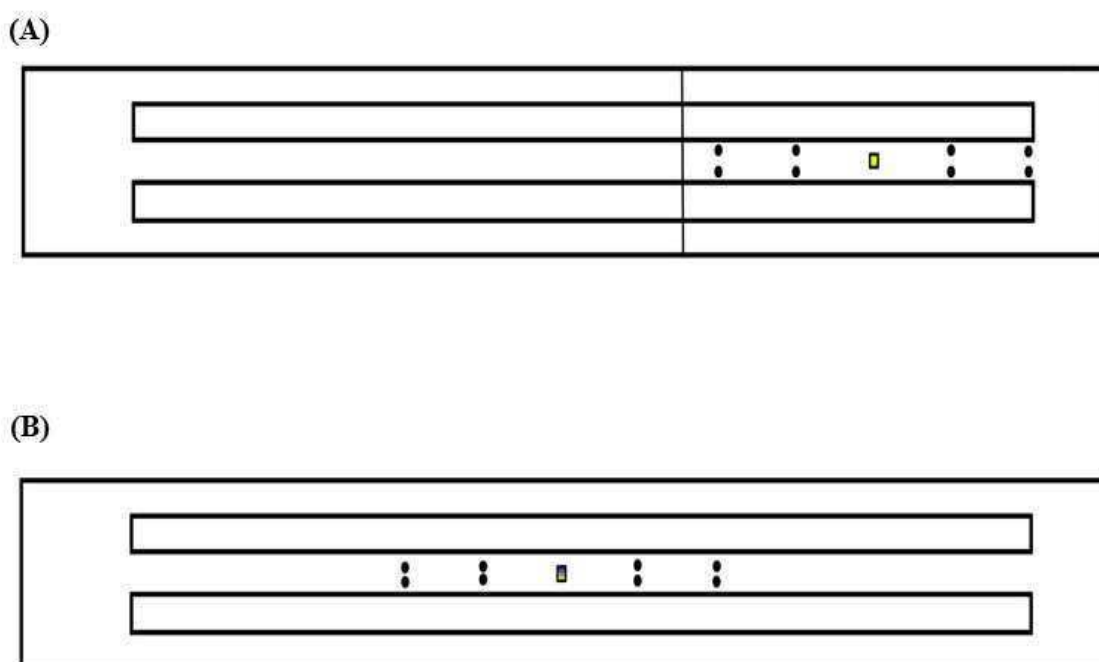


Figura 6. Distribuição dos sensores, (A) fase de aquecimento e (B) período pós-aquecimento.

Para avaliação do microclima externo ao pinteiro coletou-se diariamente, com uso de *datalogger* Instrutherm® modelo HT-500 (precisão de $\pm 1\%$), as variáveis meteorológicas temperaturas do ar ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%). O sensor foi instalado na parte externa ao galpão, garantindo uma distância de 4 m do pinteiro com 1,5 m de altura do solo. Na determinação da velocidade do ar no aviário utilizou-se um anemômetro de hélice digital ($\pm 3\%$) em intervalos de duas horas, sendo inserido a 1,25 m de altura do solo. Todos os sensores foram devidamente calibrados previamente no Laboratório de Construções Rurais do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande.

Os dados coletados relacionados ao desempenho das aves foram peso vivo (PV) e ganho de peso (GP). Semanalmente, 100 pintainhas eram selecionadas aleatoriamente, pesadas por meio de uma balança digital (Figura 7) para determinar a massa corporal média do lote e acompanhar o PV das pintainhas. A avaliação do desempenho zootécnico das aves se deu por comparação com o manual da linhagem e com os dados fornecidos pela granja.



Figura 7. Pesagem das pintainhas

4.5 Índices de conforto térmico

A partir dos dados das variáveis climáticas, foram calculados os valores do Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), conforme a equação 1 proposta por Buffington et al. (1981):

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

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

Com base nos registros de dados, a carga térmica radiante CTR foi calculada pela equação proposta por Esmay (1969):

$$CTR = \sigma (TRM)^4 \quad (2)$$

Em que:

CTR – carga térmica radiante, $W m^{-2}$

σ – constante de Stefan-Boltzmann, ($5,67 \times 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}$)

$$TRM = 100 \sqrt[4]{2,51\sqrt{v}(Tgn-Tbs) + \frac{(Tgn)^4}{100}} \sqrt[4]{2,51\sqrt{v}(Tgn-Tbs) + \frac{(Tgn)^4}{100}} \quad (3)$$

Em que:

TRM: Temperatura radiante média, K;

v: Velocidade do vento, $m s^{-1}$;

Tgn: Temperatura de globo negro, K;

Tbs: Temperatura de bulbo seco, K.

4.6 Análise estatística

Os valores médios de ITGU, T_A , UR e CTR foram apresentados em gráficos de dispersão ($\pm SEM$). Os dados médios de desempenho (PV e GP) estão representados em gráficos de barras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Temperatura do ar

5.1.1 Fase com aquecimento

Pode-se observar que, as pintainhas foram expostas as temperaturas do ar (T_A) inferiores as estabelecidas pelo manual da linhagem Lohmann (2017), para condição de conforto térmico durante a primeira semana de vida das aves ($35 - 31^\circ C$). Nessa pesquisa notou-se que os valores mínimos e máximos estiveram compreendidos entre $24 - 32^\circ C$, respectivamente. A justificativa para isso pode estar na ineficiência do sistema de aquecimento, as campânulas e o isolamento das cortinas que não foram suficientes para assegurar a uniformidade da T_A no interior do galpão (Figura 8 A).

Nessas circunstâncias, as pintainhas tendem a permanecer a maior parte do tempo agrupadas, na tentativa de minimizar o efeito do estresse térmico causado pelo frio

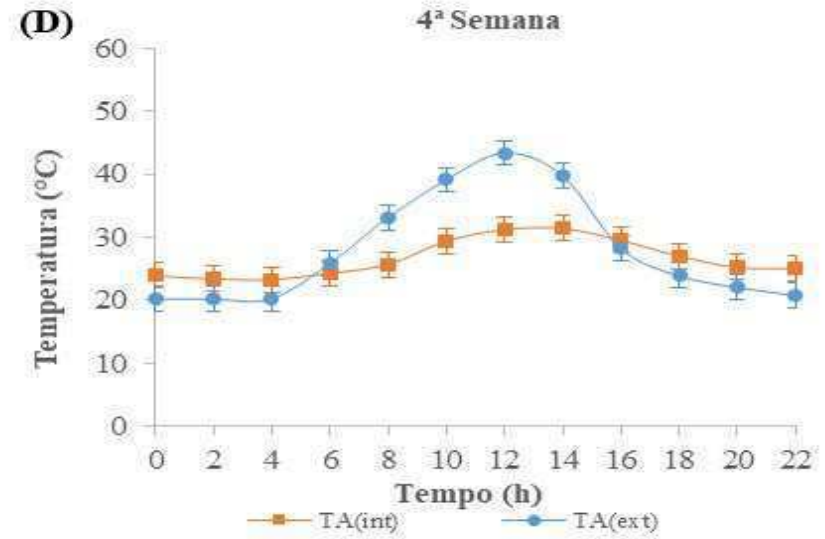
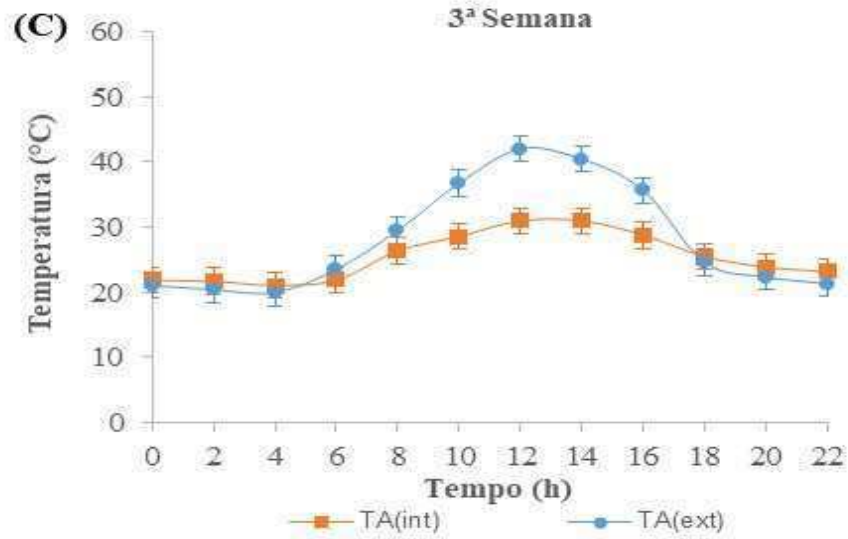
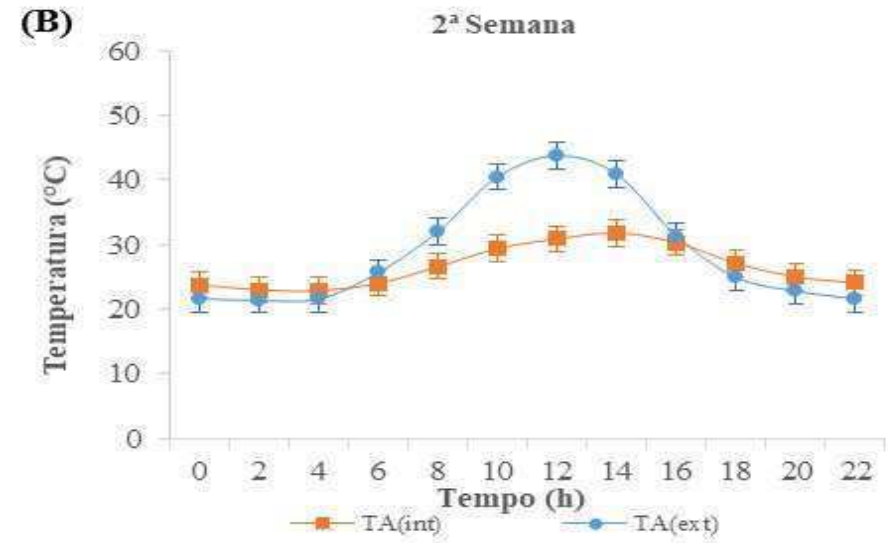
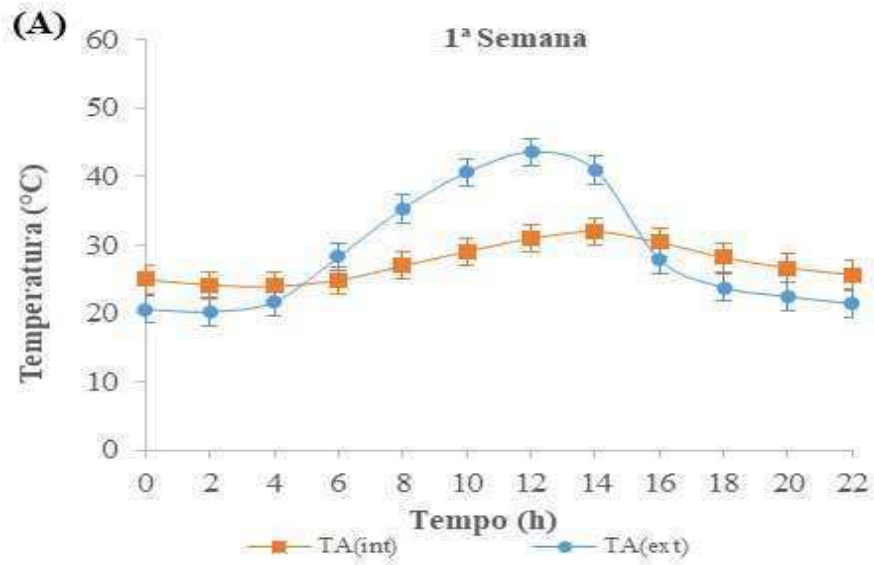
(Schiassi et al., 2015). Segundo Andrade et al. (2019), a dificuldade de manter a temperatura do ar nos limites adequados para nesse período se deu pelas possíveis falhas no sistema de aquecimento. Os estudos de Coradi et al., (2016) mostraram que, o sistema de aquecimento e o isolamento térmico por meio das cortinas não foram suficientes para assegurar a homogeneidade desta variável dentro do pinteiro.

Em relação a segunda semana de vida das pintainhas, observou-se que para os horários das (8 às 18h) a TA (28 – 29°C) foi mantida próxima aos valores propostos pelo manual da linhagem (2017). Os maiores valores de TA para região da Paraíba estiveram no período de novembro a março, onde ocorrem durante o período diurno, por causa da maior disponibilidade da radiação solar, resultando numa maior quantidade de calor armazenado por volta das 18 horas (Sousa et al., 2007; Sousa, 2019). Sendo estes fatores que explicam as elevadas temperaturas no interior do galpão.

Já nos horários compreendidos das 20h às 6h, os valores da TA para segunda semana de vida das aves permaneceram abaixo da faixa de conforto térmico (Figura 8 B). Isso possivelmente, ocorreu devido a insuficiência do sistema de aquecimento, com base na TA interna da instalação, já que nesse período a instalação estava fechada por cortinas e o manejo inadequado pode ter interferido na vedação. Nota-se também que, essa maior variação noturna pode ser atribuída a elevada amplitude térmica que acontece nos períodos noturnos, com quedas de temperaturas acentuadas durante a madrugada (Coelho, 2018).

Além disso, as pintainhas possuem dificuldades na retenção do calor corporal, uma vez que, sua capacidade de termorregulação ainda não está bem desenvolvida. Dessa forma, torna-se necessário, para a maioria do território brasileiro, promover o aquecimento das aves nas duas primeiras semanas de vida (Menegali et al., 2013).

Com base nos resultados, podemos inferir que as pintainhas estiveram fora da faixa de conforto térmico na maior parte do período de aquecimento. De acordo com Carvalho et al. (2011), essas condições comprometem o desempenho e a uniformidade do lote, pois do primeiro dia até aproximadamente a segunda semana de vida, as aves são extremamente sensíveis as faixas de temperaturas abaixo do conforto térmico.



9

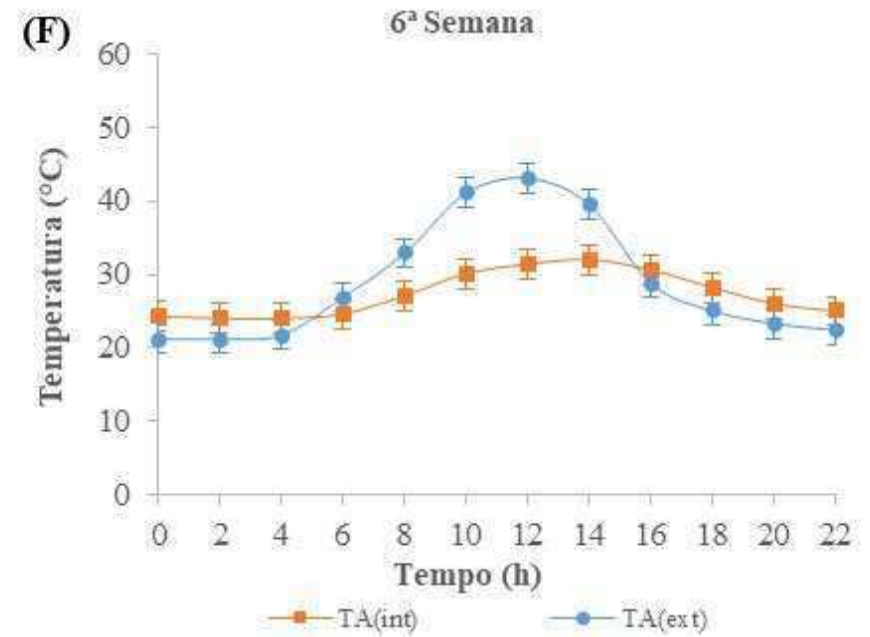
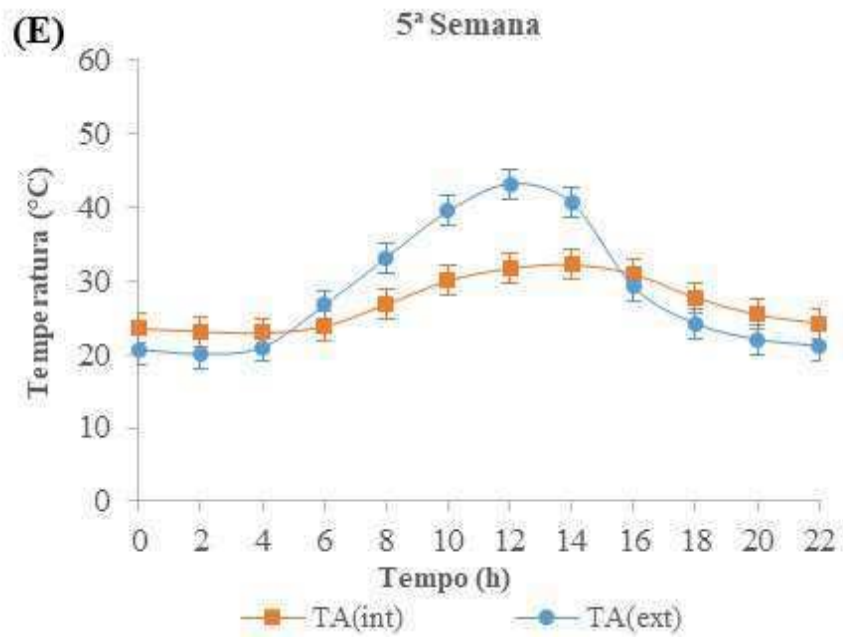


Figura 8. Comportamento da temperatura média do ar interna e externa do aviário nas diferentes semanas ao longo dos dias.

5.2 Fase pós aquecimento

A partir da terceira semana de alojamento (Figura 8 C), o sistema de aquecimento do pinteiro deixou de ser utilizado, sendo a manutenção da temperatura interna do aviário realizada por meio do manejo das cortinas, realizado manualmente, onde eram elevadas nos horários mais quente e abaixadas nos mais frios.

Nos horários das 16h às 8h, a TA estava acima ($26,4 - 31^{\circ}\text{C}$) dos valores relatados como ideais, caracterizando o ambiente como de estresse por calor. No entanto, das 18h às 6h a TA variou de ($21,1 - 25,5^{\circ}\text{C}$), inferiores ao recomendado (26°C) por Andrade et al. (2019), o que significa estresse por frio. Isso ocorreu em razão das condições climáticas da região (semiárido brasileiro), tendo elevada amplitude térmica entre o dia e a noite (Olgun et al., 2007). Essas variações de temperatura causam uma distribuição desuniforme da TA nos galpões, resultando em estresse pelo frio para as pintainhas no período noturno, ou estresse térmico por calor no período da tarde (Cao et al., 2014). Tal situação pode ser agravada devido ao sistema de criação de aves que era gaiolas, ou seja, a densidade de alojamento é elevada, o que dificulta as trocas de calor entre os animais e o ambiente (Blatchford et al., 2016). Durante a quarta semana de vida das pintainhas, os valores médios de TA, vide Figura 8 D, variaram entre ($23,3$ a $31,9^{\circ}\text{C}$) maiores que os estabelecidos por Andrade et. al, 2019 (23°C), causando condições de estresse calórico para as aves.

Segundo Valadares (2015), grande parte do estresse térmico sofrido pelas aves é devido às elevações de temperatura e umidade relativa, durante os períodos mais quentes do ano ou em regiões de temperaturas mais elevadas pode ser reduzido consideravelmente, protegendo as aves da radiação solar direta, ou reduzindo sua incidência para o interior das instalações avícolas.

De acordo com EMBRAPA (2010) & Andrade et al. (2019), a faixa de temperatura considerada ideal para quinta e sexta semana de vida das aves situa-se entre 23 a 19°C . Com base nas Figuras 8 E e 8 F nota-se que, para os horários das 18h às 6h a TA esteve entre $23,3$ e $24,2^{\circ}\text{C}$, respectivamente, permanecendo próximo da faixa de conforto para as pintainhas. Por outro lado, para os horários mais quentes do dia (9h às 16) constatou-se que, as pintainhas estavam sob estresse térmico. Sobre isso, Carvalho et al. (2011) apontam que, em decorrência da maior incidência de radiação solar direta sobre telhados do galpão, a sobrevivência do animal

também pode depender de sua capacidade de se adaptar aos estressores climáticos (Indu & Pareek 2015).

Para a temperatura externa do ar verificou-se uma maior variação térmica, entre 20°C e 42°C, como demonstra a Figura 8. Essa ΔT pode estar associada ao sistema de ventilação natural composto por quebra-ventos, contribuindo para maior resfriamento no interior do galpão, a acentuada diminuição de temperatura durante a madrugada na região e a maior incidência de radiação solar direta no período da tarde (Menegali et al., 2013).

Os resultados demonstram que essa amplitude térmica no interior do galpão foi menor que (11,1 °C) quando comparados ao ambiente externo, por causa da construção do galpão que tem orientação correta (leste – oeste), onde a maior incidência de raios solares ocorre sobre o telhado (Menegali et al., 2013). Ressalta-se que, as gaiolas funcionaram como barreira impedindo que a ventilação natural chegasse até a parte central, mantendo a temperatura das áreas mais internas do aviário em níveis mais elevados e constantes. As áreas externas são mais expostas às correntes de vento tornando-se mais vulneráveis as oscilações térmicas (Coelho et al., 2015).

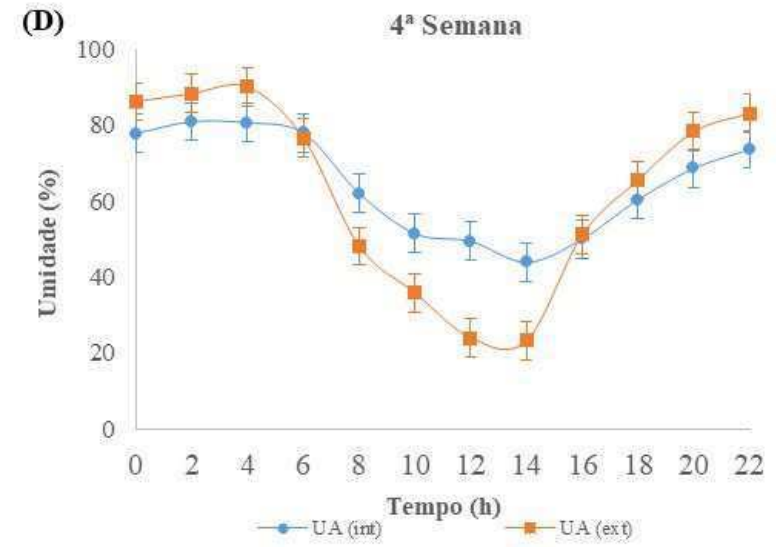
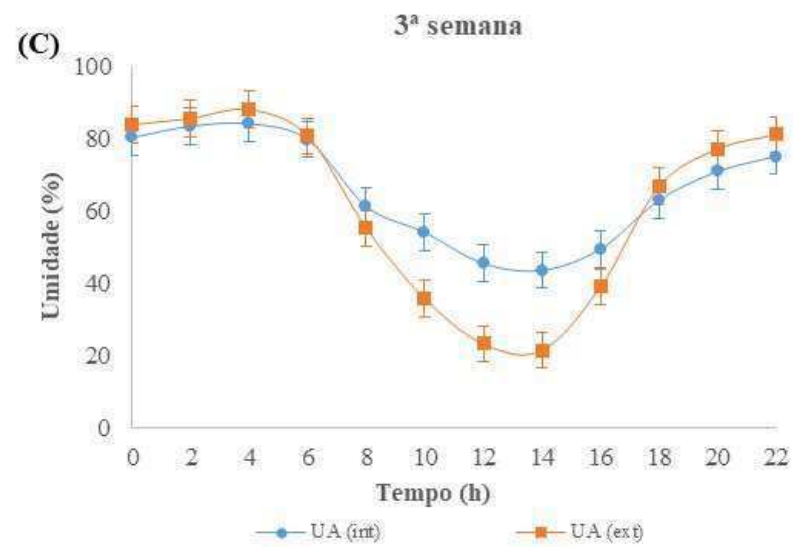
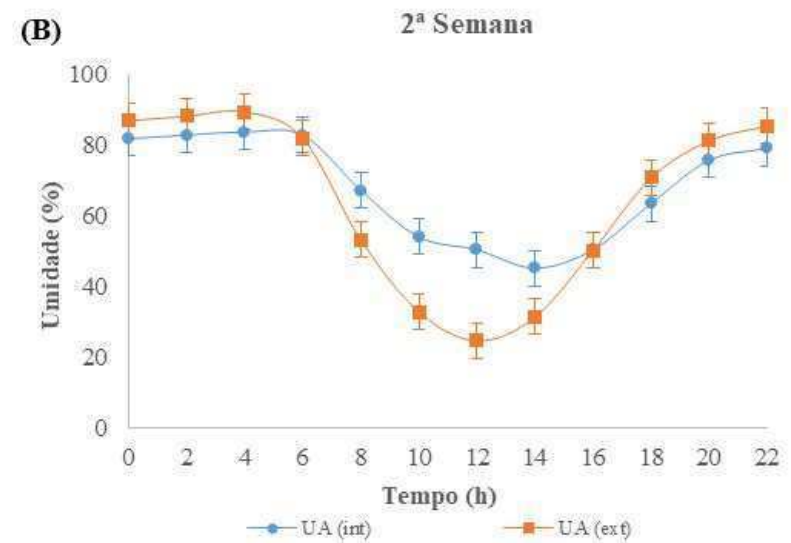
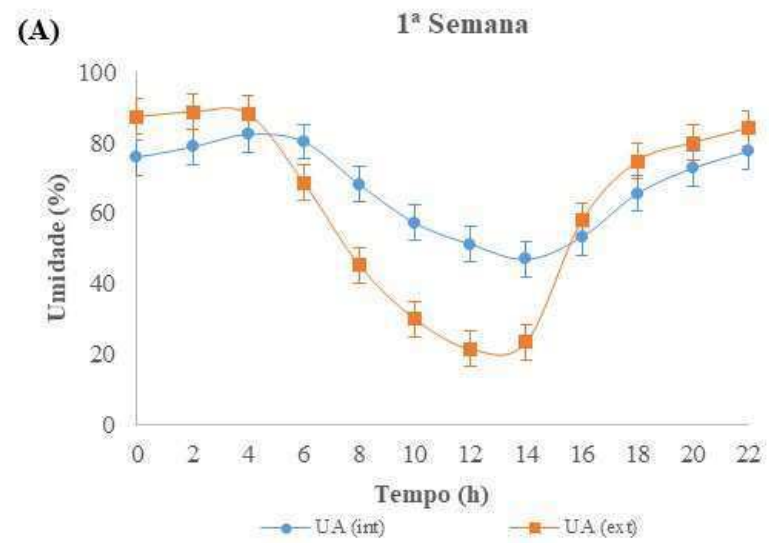
5.3 Umidade relativa do ar

Os valores médios observados para a umidade relativa do ar no galpão estiveram entre 52 – 84%, permanecendo das 0h às 6h acima do preconizado pela literatura (Figura 9). Já das 8h às 10h e das 18h às 22 h a UR mostrou-se próxima da faixa de conforto para aves, com exceção das 12 às 16 horas onde a UR estava abaixo de 50%, levando as pintainhas a situação de desconforto durante esses horários para todas as semanas analisadas. Embora, a UR tenha apresentado uma elevada amplitude entre os períodos analisados, a UR média ficou próxima da faixa de conforto recomendada pelo manual da linhagem, sendo 60 a 70% para pintainhas (Lohmann, 2017).

De acordo com Baêta & Souza (2010), a UR exerce grande influência no bem-estar e na produtividade do animal. Quando ela é muito baixa, causam diversas doenças no aparelho respiratório ou, se muito alta e associada a altas temperaturas do ar, prejudicam as formas de dissipação de calor sensível e latente, pois quanto maior a umidade relativa do ar, maiores serão os problemas enfrentados pelas aves na tentativa de remover o calor interno pelas vias aéreas (Castilho et al., 2015).

Ao analisar os valores do ambiente externo identifica-se que, durante o período diurno os valores de UR foram inferiores ao noturno, 54 e 88%, respectivamente. A elevação noturna pode ser justificada pelo ambiente externo ser mais exposto às correntes de vento, uma vez que, esse é o período mais frio do ciclo de 24 h, gerando essa variabilidade durante o monitoramento das variáveis climáticas (Menegali et al., 2013).

A Figura 10 comprova a importância da instalação, no que diz respeito a melhora das condições de conforto dentro dos galpões, quando comparado com o ambiente externo. Pois, no seu interior verifica-se uma menor amplitude das variáveis climáticas, próximas da faixa considerada ideal para o bom desenvolvimento das aves (Coelho et al., 2015).



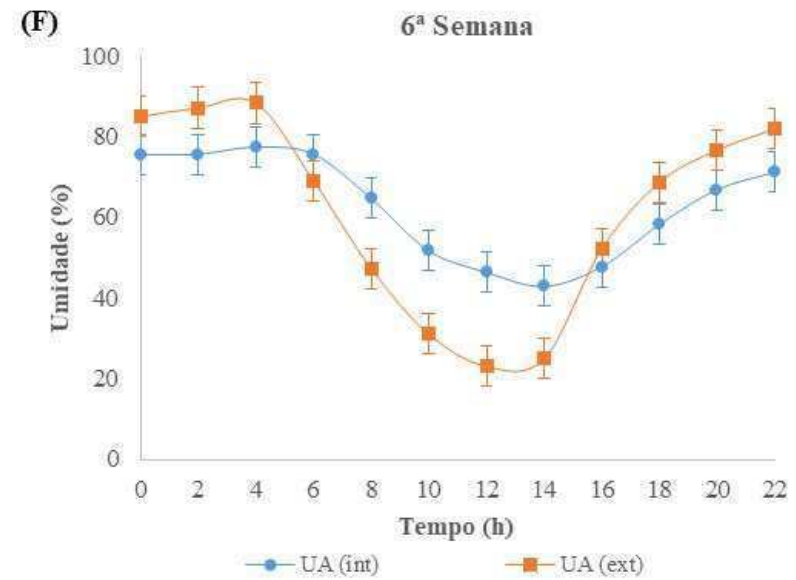
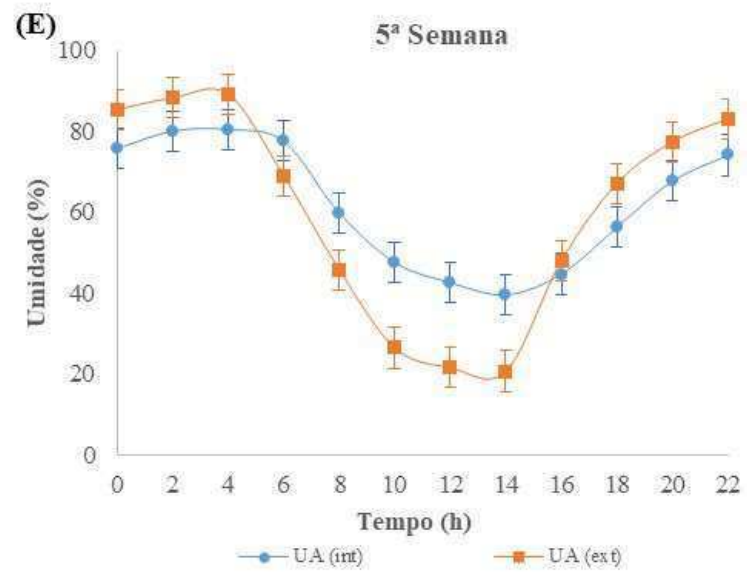


Figura 9. Comportamento da umidade relativa média do ar interna e externa do aviário nas diferentes semanas ao longo do dia

5.3 Índices de conforto térmico

Na primeira e na segunda semana de vida das aves, os valores ITGU mínimos e máximos foram de 72 e 79, já na segunda os limites são de 70 a 79 respectivamente, Figura 10 A e 10 B). Sendo este último considerado o período mais crítico para pintainhas. Isso pode acontecer por que as aves nos primeiros dias de vida não possuem seu sistema termorregulador completamente desenvolvido, em outras palavras, exigem que a temperatura do ambiente em que se encontram esteja dentro da faixa de conforto e assim, consigam manter a própria homeotermia. (Andrade, 2017).

Os valores médios de ITGU permaneceram abaixo dos limites aceitáveis durante a primeira semana de vida das aves, pois os valores de ITGU devem permanecer entre 83 e 89 (Andrade et al., 2019). Enquanto que, na segunda semana de vida a faixa de ITGU que representa conforto encontrava-se entre 77 e 81. Sendo assim, no período de temperatura do ar mais elevada (11 h às 16 h) os resultados de ITGU estavam próximos a faixa ideal e uma situação de desconforto com a redução da TA nos horários das (17 às 10 h), levando as aves a condições de estresse térmico.

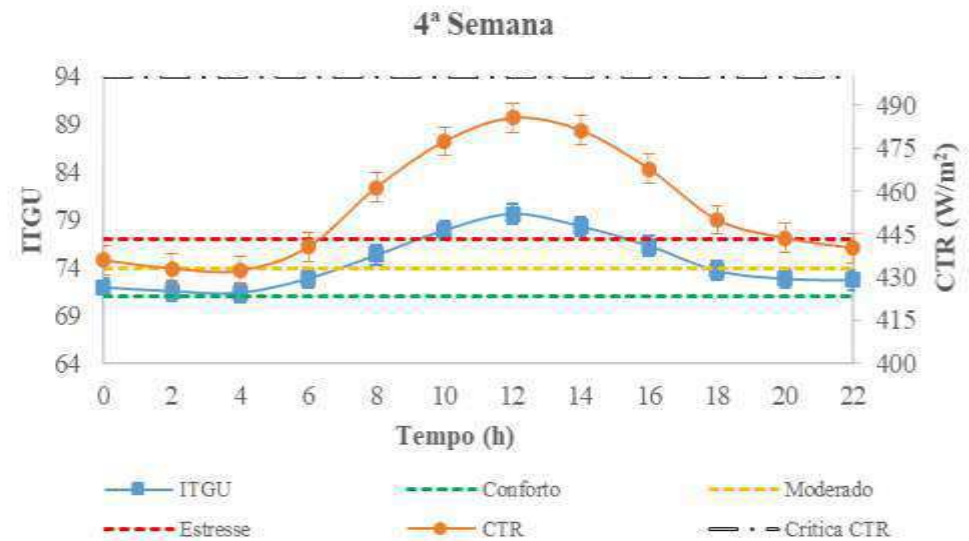
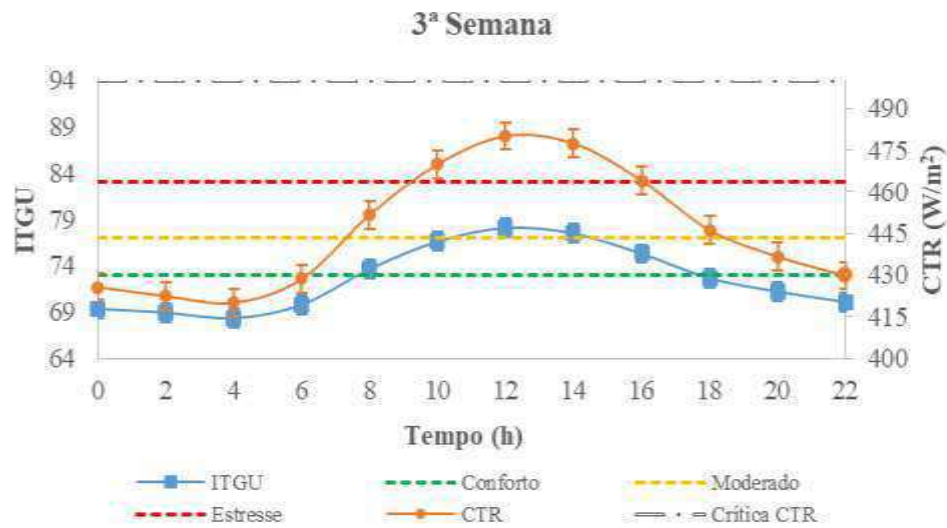
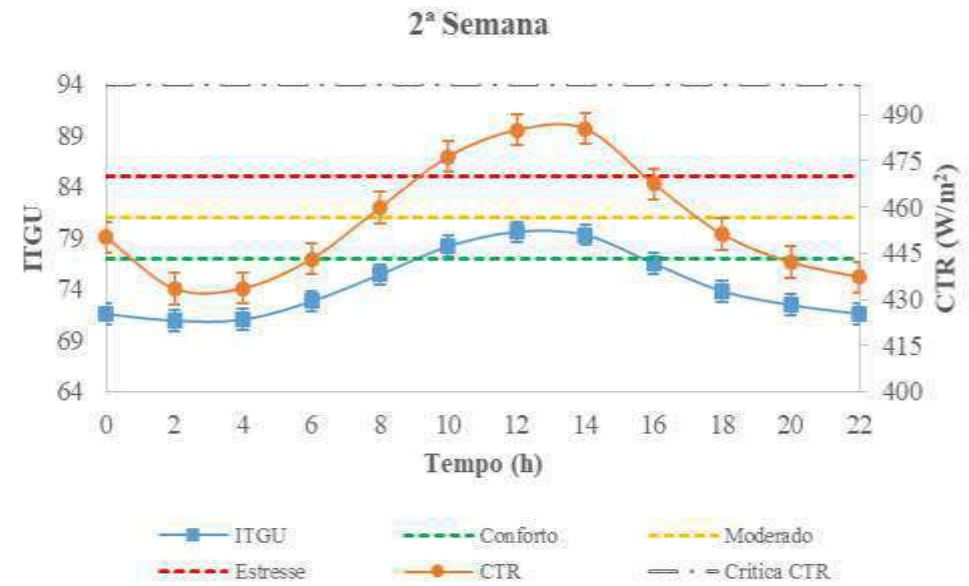
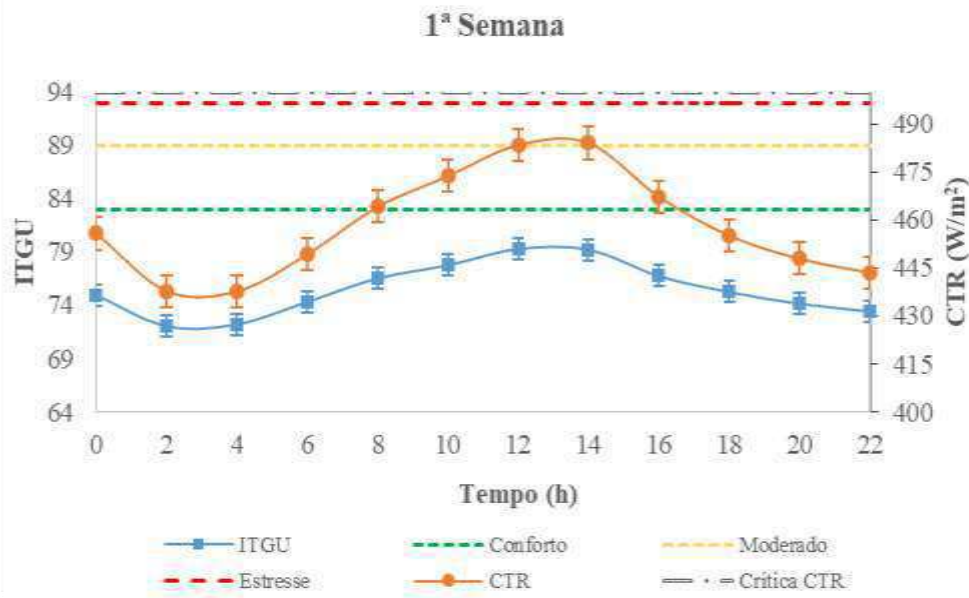
Jácome et al. (2007), analisaram índices de conforto térmico de poedeiras na fase inicial de criação e encontraram valores de ITGU variando de 75,1 a 79,2 nas primeiras semanas de vida, considerados abaixo do nível de conforto, o que indica uma falha no aquecimento das pintainhas. Essas informações se confirmara nessa pesquisa, nos horários onde a TA foi mais amena, devido ao sistema de aquecimento apresentar-se insuficiente para manter a uniformidade da TA e UR no interior do galpão.

Na Figura 10 C e 10 D, observa-se que os valores médios de ITGU para terceira e quarta semana de vida das pintainhas variaram de 73 a 77 e 71 a 74, respectivamente. Nos horários compreendidos entre 8 h às 10 h e 14 h às 16 h o ambiente proporcionou condições de conforto para as aves. Entretanto, para os horários das 18 h às 6 h as pintainhas foram submetidas as condições abaixo da faixa ideal de conforto e somente nos horários das 12 horas estavam acima do tolerável, caracterizando o ambiente térmico como sendo desconfortável para as pintainhas, na maior parte do experimento. Segundo Andrade et al., (2017), para o ambiente ser classificado como confortável, ele deve permanecer de 73 e 70, para terceira e quarta semana, respectivamente.

O elevado índice de ITGU verificado nos horários das 12 horas, pode ser atribuído pela tipologia do galpão convencional e a elevada radiação, os materiais construtivos utilizados e por estarem alojadas em gaiolas de arame liso (sem enriquecimento ambiental) que dificultam a troca de calor com o ambiente (Castilho et al., 2015). A cobertura do galpão da pesquisa é confeccionada em telhas de aço galvanizado que apresenta um pior desempenho na manutenção do conforto térmico, no entanto, tem uma durabilidade alta e é pouco dispendiosa (Paulino et al., 2019).

Na quinta e sexta semana de vida das aves os valores de ITGU permaneceram dentro da faixa (Figuras 10 E e F), apresentaram-se crescentes das 20 h às 10 h, com valores mais elevados nos horários das 11 às 15 h, tendo seu pico de valor máximo às 12 h (79), valores superiores ao considerado ideal para criação de aves comerciais.

Andrade et al. (2019) afirmam que, a partir da quinta semana os valores de ITGU devem ser no máximo 66,4 a 70 para as aves, pesquisa entre 71,3 e 79,8, o que caracteriza uma situação de desconforto ambiental, podendo comprometer o crescimento e produtividade das aves (Rocha et al., 2010). Esses valores ocorreram em função do período experimental coincidir com a estação de verão, que se caracteriza por apresentar temperatura do ar elevadas e, conseqüentemente, conduzindo maiores valores de ITGU. Considerando também que o semiárido brasileiro possui grande diversidade climática, a temperatura e a intensidade de radiação são elevadas ocasionando o estresse térmico das aves.



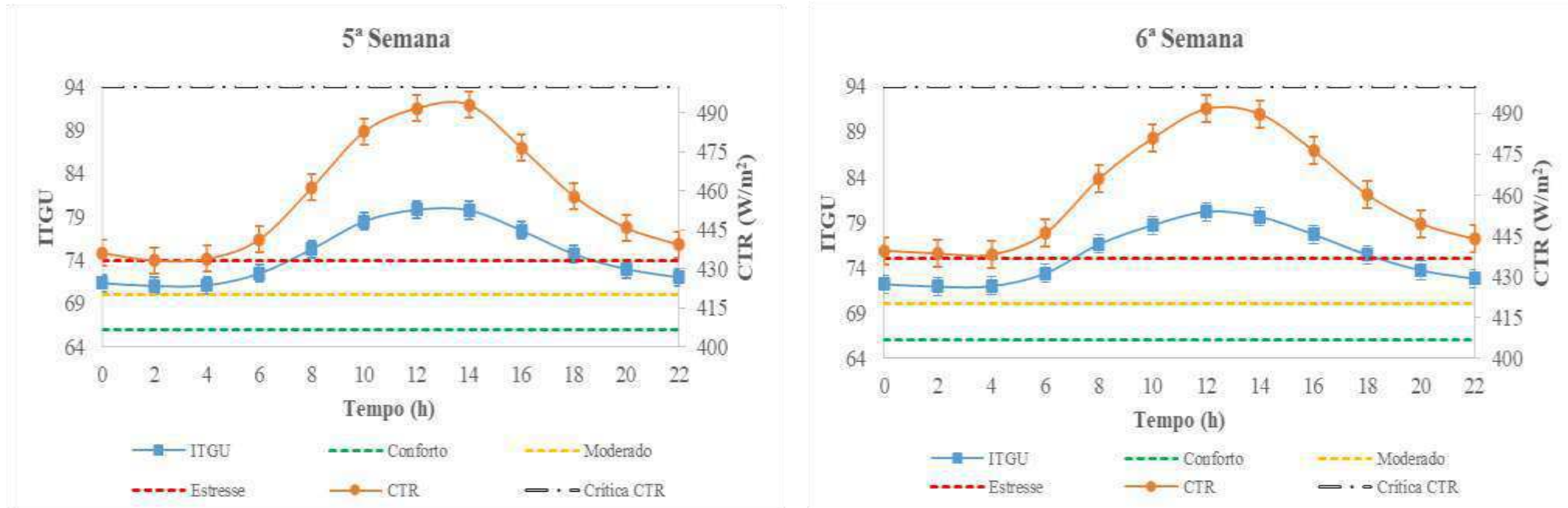


Figura 10. Valores médios de ITGU e CTR no galpão e os limites de conforto térmico para as semanas analisadas.

Os valores médios de CTR observados na Figura 10 passaram entre 420,2 e 493,1 W/m^2 , onde os maiores valores de CTR ocorreram em torno do meio dia, e os menores na madrugada, isso possivelmente, ocorreu devido ao fato de terem sido realizados na estação seca, época predominante quente e com mudanças repentinas de temperatura entre o dia e a noite (Oliveira, 2010).

Os valores ficaram próximos aos de Jácome et al. (2007) que encontraram valores de CTR variando de 460,1 a 481,5 W/m^2 , em ambiente térmico para poedeiras em aviários sem aclimatação na região no Nordeste do Brasil, especialmente, nos horários mais críticos do dia.

Nesse estudo a CTR não ultrapassou o limite crítico que segundo a literatura é de 500 W/m^2 (Garcia et al., 2015). Eles são considerados como característicos de ambiente fora da faixa de conforto térmico para as aves. Portanto, essa condição climática permitiu que as pintainhas não ativassem os mecanismos de termorregulação, como também a capacidade das aves em se adaptar aos estressores climáticos (Indu & Pareek, 2015), por meio de termorregulação fisiológica e comportamental. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2015), em estudos com modelos de galpões com telhas térmicas e telhas de alumínio, com valores de CTR que correspondem 466,2 e 482,2 W/m^2 , respectivamente, no horário das 14 h.

Silva et al. (2015) avaliando o uso de diferentes materiais de cobertura, em modelos reduzidos de galpões avícolas, com a utilização de materiais de cobertura diferentes (a telha cerâmica, telha alumínio e telha de fibra vegetal asfáltica reciclada), observaram que a telha cerâmica proporcionou melhores condições de conforto térmico com valores médios de CTR de 453,09 W/m^2 , mostrando que o estudo e conhecimento das propriedades térmicas dos materiais são indispensáveis pra o aprimoramento do conforto térmico dos galpões.

Pode-se inferir por meio do exposto que para o ambiente em que as pintainhas foram submetidas, as variáveis ambientais estiveram na maior parte do período experimental superiores ou inferiores a da faixa de conforto térmico adequada, demonstrando a necessidade de ajustes nas instalações para melhorar o microclima e atender as necessidades das aves.

5.2 Avaliação do desempenho das aves

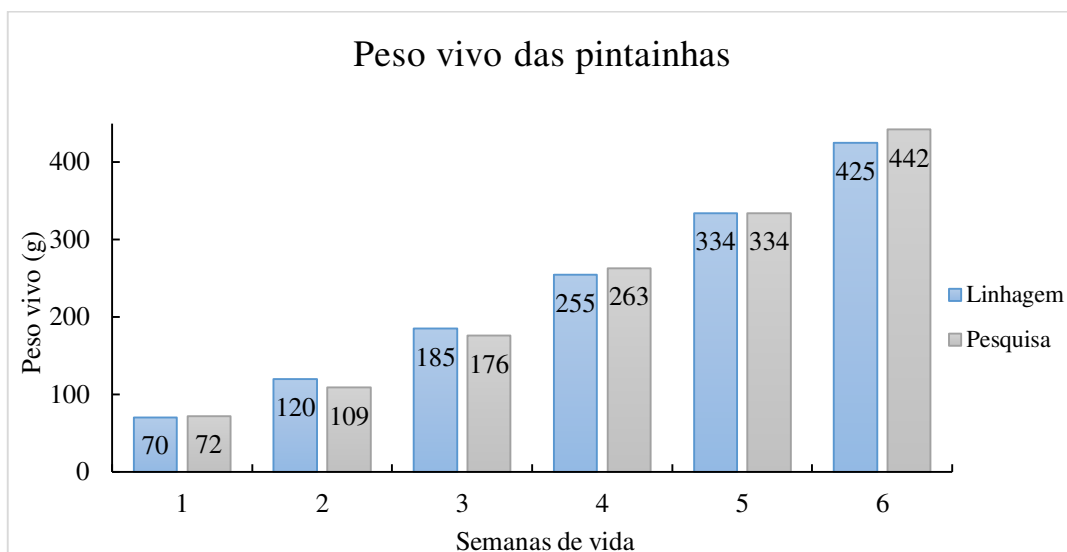


Figura 11. Valores médios semanais de peso vivo das pintainhas durante o período experimental e os valores de referência para linhagem.

Na Figura 11, estão apresentados peso vivo médio das aves para cada semana analisada experimental e a recomendada pelo manual da linhagem (Lohmann, 2017). Na segunda e terceira semana houve uma redução significativa de 10,1% e 5,1%, respectivamente, do PV das aves (Figura 11), quando comparado ao estabelecido pelo manual das linhagens. Possivelmente, devido ao processo de debicagem, que segundo Marchant-Forde & Cheng (2010), após esse processo, as aves perdem a motivação pela busca de alimento resultando na alteração consumo de ração, por causa das deformações anatômicas da forma do bico, conseqüentemente, há redução do PV, além disso, outro fator pode ter contribuído para a diminuição do PV, a disputa entre as aves pelo acesso aos comedouros e bebedouros.

A partir da quarta semana até a última nota-se uma elevação do PV. Isso pode ser explicado pela elevação do consumo de ração após a cicatrização do bico, sendo confirmado pelo aumento do PV nas demais semanas experimentais.

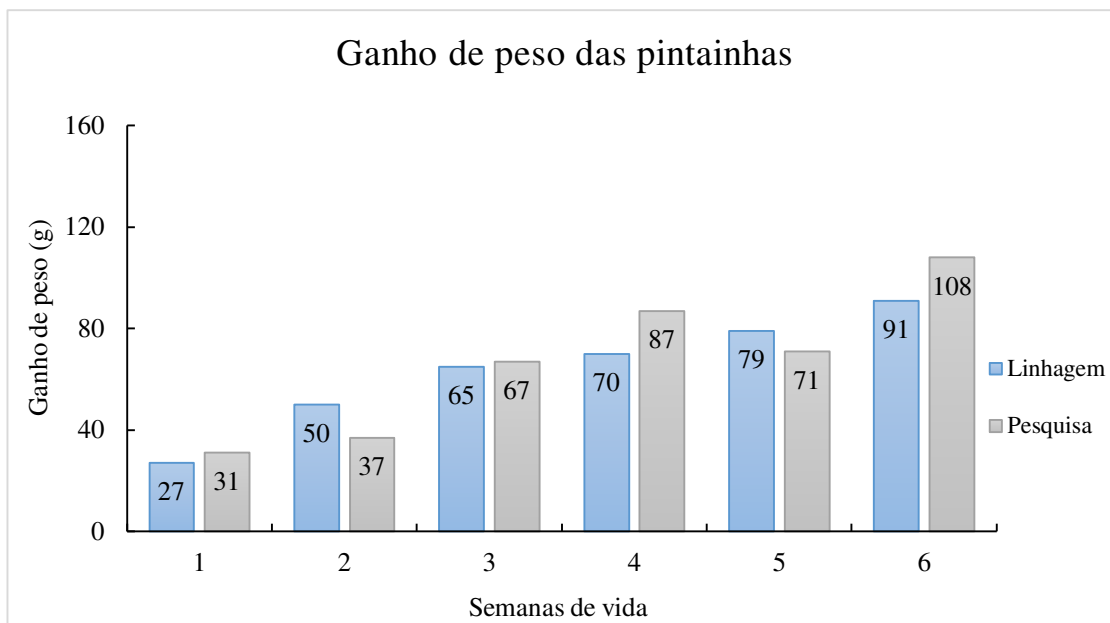


Figura 12. Valores médios semanais de ganho de peso das pintainhas durante o período experimental e os valores de referência para linhagem.

Os valores médios do ganho de peso durante a fase de aquecimento no período compreendido de 1 a 15 dias e na quinta semana não atingiram o GP esperado pelo manual da linhagem (Figura 12). No entanto, percebe-se que para a terceira, quarta e sexta semana de vida o ganho de peso apresentou um aumento em relação ao recomendado pela linhagem (Lohmann, 2017).

Com isso, pode-se dizer que o menor ganho de peso observado na segunda semana de vida das pintainhas se deu durante o processo de debicagem, provavelmente, como uma resposta à redução na ingestão de alimento e redução da produtividade. Os resultados encontrados na fase de cria podem ser explicados pela dor ou pela adaptação ao novo formato de bico, procedimento que acarreta menor consumo de ração pelas aves durante algumas semanas (Barbosa, 2019). Ao avaliar o desempenho produtivo Dennis e Cheng (2009), encontraram resultados semelhantes aos relatados porque associaram as diferenças de ganho de peso à dor crônica, as feridas provocadas pelo manejo favoreceram o menor consumo e pior desenvolvimento corporal.

A redução do ganho de peso durante a quinta semana de vida das aves, possivelmente pode estar atrelado ao aumento dos valores de TA e ITGU durante os horários das 9 h às 16 h, causando uma situação de estresse nas aves. Nessa condição, as pintainhas tendem a diminuir a troca de calor na forma sensível e intensificando a troca

de calor via latente. Corroborando com a pesquisa de Nascimento et al. (2017) com aves, que em temperaturas do ar iguais ou superiores a 30 °C, a perda de calor latente foi a principal via de dissipação do excedente de calor metabólico total produzido.

De acordo com Neto et al. (2008), o ganho de peso nessa fase é importante para que a ave chegue à maturidade sexual com uma boa conformação, pois o seu peso nas fases de cria está correlacionado diretamente com o seu desempenho na postura.

O presente estudo constatou que, as condições microambientais analisadas não comprometeram de forma considerável o desempenho das aves, como demonstrado pelo PV e GP durante o período experimental. Evidenciando dessa maneira, a adaptabilidade das pintainhas ao ambiente, ao serem capazes de minimizar os efeitos do estresse térmico (Indu e Pareek, 2015).

6 CONCLUSÃO

- O ambiente térmico foi caracterizado como desconfortável para as aves nas duas primeiras semanas avaliadas, principalmente, no período noturno, submetendo-as ao estresse por frio;
- No decorrer da terceira a sexta semana verificou-se estresse por calor nos horários entre 10 às 16 h. Entretanto, os valores de CTR não interferiram nas condições de conforto térmico das aves;
- Notou-se elevação da amplitude da temperatura e umidade relativa do ar entre o microclima da instalação e o ambiente externo;
- O desempenho produtivo não sofreu influências negativas das oscilações diárias das variáveis ambientais no interior da instalação.

7 REFERÊNCIAS

- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual (2019). Disponível: www.avisite.com.br/index.php?pageestatisticaseprecos&acaopintobranco. Acesso em 18 de dezembro 2019.
- Abreu PG, Abreu VMN, Coldebella A, Hassemer MJ, Tomazelli IL (2012) Medidas morfológicas em função do peso e da idade da ave, por meio de imagens. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 16: 795-801.
- Abreu VMN, Abreu PG (2011) Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia 40: 1-14.
- AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2014.
- Albino LFT, Carvalho BD, Maia R, Barros V (2014) Galinhas Poedeiras Criação e Alimentação. Aprenda Fácil, p.376.
- Andrade RR (2017) Determinação da faixa de conforto térmico para galinhas poedeiras na fase inicial de criação. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, p.77.
- Andrade RR, Tinôco IFF, Baêta FC, Albino LFT, Cecon PR (2019) Influence of different thermal environments on the performance of laying hens during the initial stage rearing. Revista Engenharia Agrícola 39(1): 32-40.
- Augusto, KVZ (2007) Caracterização quantitativa e qualitativa dos resíduos em sistemas de produção de ovos: Compostagem e Biodigestão Anaeróbia. Dissertação. Faculdade de Ciências Agrárias.
- Ávalo, H (2014) Estimativa do conforto térmico em aviário de frango de corte usando termografia infravermelha. Dissertação. Universidade Federal de Campina Grande.
- Baêta FC, Souza CF (2010) Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2.ed. Viçosa: UFV, p.269.
- Barbosa Filho JAD (2004) Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo. Piracicaba, Sp, p.123.
- Barbosa HJS (2019) Desenvolvimento, produção e qualidade de ovos de poedeiras brancas e vermelhas submetidas a métodos de debicagem. Dissertação. Universidade Federal de Minas Gerais, MG, p. 72.

- Belusso D, Hespanhol ANA (2010) Evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. *Revista Percurso – Nemo*, 2(1): 25-51.
- Blatchford RA, Fulton RM, Mench JA (2016) A utilização da avaliação da qualidade do bem-estar para determinar a condição das galinhas poedeiras em três sistemas de alojamento. *Poultry Science*, 95, pp. 154 – 163.
- Braga JS, Macitelli F, Lima VA, Diesel T (2018) O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. *Revista Brasileira de Zootecias*, 19(2): 204 – 226.
- Buffington DE, Collazo-Arocho A, Canton GH (1981) Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of American Society of Agricultural Engineering*, 24(3): 711– 714.
- Cao G, Awbi H, Yao R, Fan Y, Sirén K, Kosone R, Zhang J (2014) A review of the performance of different ventilation and airflow distribution systems in buildings. *Journal Building Environment*, 73: 171– 186.
- Carvalho CCS, Souza CF, Tinôco IFF, Vieira MFA, Minette LJ (2011) Segurança, saúde e ergonomia de trabalhadores em galpões de frangos de corte equipados com diferentes sistemas de abastecimento de ração. *Revista Engenharia Agrícola*, 31: 438– 447.
- Carvalho TMR (2010) Influência da ventilação mínima no ambiente térmico e aéreo na fase de aquecimento para frangos de corte. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)*. Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas – SP.
- Cassuce DC (2011) Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil. *Tese*. Universidade Federal de Viçosa.
- Cassuce DC, Tinôco IFF, Baêta FC, Zolnier S, Cecon PR, Vieira MFA (2013) Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. *Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal* 33(1): 28– 36.
- Castilho VAR, Garcia RG, Lima NDS, Nunes KC, Caldara FR, Nääs IA, Barreto B, Jacob FG (2015) Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, Tupã*, 9(2): 122– 131.

- Coelho DJR (2018) Ambiente térmico e aéreo de aviários sólidos de frangos de corte acondicionados artificialmente para condições climáticas do Brasil e Portugal. Tese. Universidade Federal de Viçosa, MG.
- Coelho DJR, Tinôco IFF, Vieira MFA, Mendes MASA, Sousa FC, França LGF (2015) Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19(10): 996–1004.
- Coradi PC, Martins MA, Costa DR, Vigoderis RB, TINÔCO IFF (2016) Computational Fluid Dynamics (CFD) simulating heated air from wood burning inside a poultries barn. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 36(5), p.768–778.
- D'Agostini P, Gomes PC, Mello HHC, Calderano, AA, Sá Moraes L, Rostagno HS, Albino LFT (2017) Exigência de metionina + cistina para frangas de reposição na fase inicial (1 a 6 semanas de idade). *Revista Ciências Animal Brasileira*, Goiânia, 18: 1–12.
- Dennis RL, Fahey AG, Cheng HW (2009) Infrared beak treatment method compared with conventional hot-blade trimming in laying hens. *Journal of Poultry Science*, v.88, p.38– 43.
- EMBRAPA. Sistemas de produção de frangos de corte. 2010.
- Esmay ML (1969) Principles of animal environment. 2. ed. Westport: CT Abi, p.325.
- Ferreira CB (2017) Efeitos do estresse por frio em frangos de corte na fase inicial de criação. Tese. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Furlan RL (2006) Influência da temperatura na produção de frangos de corte - VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Chapecó, SC.
- Furtado DA, Azevedo PV, Tinôco IFF (2003) Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 7: 559-564.
- Galvarro SFS (2017) Avaliação e caracterização de um sistema de aquecimento para aviários denominados tubos radiantes convectivos. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa.
- Garcia ERM, Nunes KC, Cruz FK, Ferraz ALJ, Batista NR, Barbosa Filho JÁ (2015) Comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades populacionais de alojamento. *Revista Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, 18(2): 87-93.

- Garcia R.G, Almeida Paz ICL, Caldara FR, NAAS IA, Pereira DF, Ferreira VMOS, (2012) Selecting the Most Adequate Bedding Material for Broiler Production in Brazil. *International Journal of Poultry Science*, 14(2):71-158.
- Indu S, Pareek A (2015) A review: growth and physiological adaptability of sheep to heat stress under semiarid environment. *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*, 2: 3188-4918.
- Jácome IMT, Furtado DA, Leal AF, Silva JHV, Moura JFP (2007) Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(5): 527-531.
- Lohmann - Lohmann do Brasil (2017) Guia de Manejo LSL LITE Disponível em: <https://ltz.com.br/guia-manejo>. Acesso em: 29 out. 2019.
- Manual de manejo alojamento em gaiolas LOHMANN LSL-LITE. Edição Norte Americana Poedeiras (2018). Disponível: <https://docplayer.com.br/84077669-Lohmann-lsl-lite-na-poedeiras.html>. Acesso em 06 de fevereiro de 2019.
- Marchant-Forde RM, Cheng HW (2010) Different effects of infrared and one-half hot blade beak trimming on beak topography and growth. *Journal Poultry Science*, 89: 2559-2564.
- Melo AS, Fernandes RTV, Marinho JBM, Arruda AMV, Figueiredo, LC, Fernandes R TV (2016) Relação temperatura e nutrição sobre o desempenho de galinhas poedeiras. *Revista Pubvet*, v.10, p. 855-860.
- Menegali I, Tinôco IFF, Carvalho CCS, Souza CF, Martins JH (2013) Comportamento de variações climáticas em sistemas de temperatura mínima para produção de pinturas de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(1): 106-113.
- Moraes, JE (2018) Indicadores de bem-estar de linhagens de poedeiras comerciais leves alojadas em cinco densidades no sistema convencional de produção de ovos. Tese (Doutorado em Epidemiologia Experimental Aplicada a Zoonoses). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga. p.215.
- Nascimento GR, Nääs IA, Baracho MS, Pereira DF, Neves DP (2014) Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(2): 658–663.
- Nascimento ST, Maia ASC, Gebremedhin KG, Nascimento CCN (2017) Metabolic heat production and evaporation of poultry. *Poultry Science*, 96(8):2691-2698.

- Nazareno AC, Silva IJO, Vieira FMC, Camargo JR, Medeiros SRR (2013) Caracterização do microclima dos diferentes layouts de caixas no transporte de ovos férteis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17: 327-332.
- Neiva JNM, Teixeira M, Turco SHN, Oliveira SMP, Moura AAA (2004) Noronha. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santas Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira Zootecnia*, 33(3): 668-678.
- Neto R da CL, Costa FGP; Silva JH, Vilar BLR, Oliveira CFS, Costa JS (2008). Níveis de proteína bruta e de energia metabolizável para frangas de postura semipesadas de 1 a 18 semanas de idade. *Revista Ciências. agrotec.*, Lavras, 32(1): 258-266.
- Olgun M, Çelik MY, Polat HE (2007) Determining of heat balance design criteria for laying hen houses under continental climate conditions. *Journal Building Environment*, 1(42): 355-365.
- Oliveira JÁ (2017) Perdas produtivas em poedeiras comerciais em decorrência de estresse por calor. Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria–RS.
- Oliveira PM, Faria Júnior MJA, Garcia Neto MG (2016) Estratégias para minimizar os efeitos de um ambiente térmico adverso para frangos de corte. *Revista de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(3): 739-747.
- Oliveira RFM, Donzele JL, Abreu MLT, Ferreira RA, Vaz RGMV, Cella OS (2006) Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(3).
- Oliveira FG, Godoi WM, Passini R (2015) Environment in poultry production covered with thermal and aluminum roofing tiles. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 35(2): 206-214.
- Oliveira, MJ. Incertezas associadas à temperatura do ar no contexto das mudanças climáticas: determinações das causas e efeitos de heterogeneidade e discussão das implicações práticas. Dissertação, Universidade de São Paulo, 2010.
- Paulino MTF, Oliveira EM, Grieser DO, Toledo JB (2019) Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações, *Revista pubvet*, 13(2): p.1-14.
- Pires GA (2017) Desempenho zootécnico e respostas fisiológicas de frangos de corte industrial criados em condições climáticas da Amazônia Ocidental. Dissertação. Universidade Federal do Acre.

- Ponciano PF (2011) Predição do desempenho produtivo e temperatura retal de frangos de corte durante os primeiros 21 dias de vida. Dissertação. Universidade Federal de Lavras.
- Queiroz MLV (2014) Conforto térmico de frangos de corte em galpões com sistema de nebulização. Dissertação. Universidade Federal do Ceará.
- Rocha HPD, Furtado DA, Nascimento JW, Silva JH, (2010). Bioclimatic and production parameters in different poultry houses in the semiarid region of Paraíba State. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 14(12): 1330–1336).
- Rodrigues VC (2006) Distribuição espacial e bem-estar de aves poedeiras em condições de estresse e conforto térmico utilizando visão computacional e inteligência artificial. Dissertação. Universidade de São Paulo.
- Santos MJB, Rebello CBV, Pandorfi H, Torres TR, Santos PA, Camelo LCL (2012) Fatores que interferem no estresse térmico em frangos de corte. *Revista Eletrônica Nutritime*, 9(3): 1779-1786.
- Schiassi L, Junior TY, Ferraz PFP, Campos AT, Silva GRE, Abreu LHP (2015) Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. *Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, 35(3): 390-396.
- Silva I, Vieira F (2010) Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. *Revista de Zootecnia*, 59:113-131.
- Silva JHV, Jordão Filho J, Silva EL, Ribeiro MLG, Furtado DA (2005) Efeito do bebedouro e da densidade no desempenho de frangos alojados em alta temperatura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(4): 636-641.
- Silva MG, Martin S, Oliveira CEG, Moscon ES, Damasceno FA (2015) Desempenho térmico de tipos de coberturas no interior de modelos reduzidos de galpões avícolas. *Energia na Agricultura* 30(3):269-275.
- Silva RG (2008) *Biofísica ambiental – os animais e seu ambiente*. Jaboticabal: FUNEP.
- Soares LMQ (2017) Análise de densidades de alojamento nos sistemas convencional e cage-free de produção de ovos comerciais. Dissertação. Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- Sousa RF, Barbosa PM, Terceiro Neto PC, Carvalho AP, Sousa Júnior SP, Alencar, M LS (2007) Geotecnologia no estudo da evolução espaço-temporal da cobertura vegetal do município de São João do Cariri-PB. *Revista Ambiental*. 4(2):60-67.

- Sousa WG (2019) Análise da variabilidade do vento no estado da Paraíba. Dissertação em meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande.
- Souza BB, Silva RC, Rodrigues LR, Rodrigues VP, Arruda AS (2015) Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 11(2):22-26.
- Staub L, Moares MDG, Santos MG, Komiyama CM, Gonçalves NS, Fernandes Junior RB, Roque FA (2016) Ambiência interna e externa em galpão de frangos de corte nas diferentes épocas do ano e fases de criação. *Revista Nativa*, 4(3): 128-133.
- Tinôco IFF (2001) Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas. 3(1): 1-26.
- Valadares LR (2015) Avaliação do conforto térmico em uma granja comercial de frangos de corte com e sem pintura de telhado. Dissertação. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
- Vieira Filho JÁ (2016) Métodos de debicagem: desenvolvimento e desempenho produtivo de poedeiras leves e semipesadas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista.
- Vigoderis RB (2006) Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do país. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.
- Vigoderis RB, Cordeiro MB, Tinôco IFF, Menegali I, Júnior JPS, Holanda MCR (2010) Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 1381-1386.
- Yilmaz Dikmen B, İpek A, Şahan U, Petek M, Sözcü A (2016) Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range). *Poultry Science*, 95, p. 1564-1572.

