



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

PATRÍCIA MIRELLA DOS SANTOS

CONFORTO TÉRMICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE ALOJAMENTO PARA
AVES DE POSTURA EM FASE DE RECRIA EM CLIMA TROPICAL

FORTALEZA

2017

PATRÍCIA MIRELLA DOS SANTOS

**CONFORTO TÉRMICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE ALOJAMENTO PARA
AVES DE POSTURA EM FASE DE RECRIA EM CLIMA TROPICAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícolas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ambiente Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino
Barbosa Filho.

FORTALEZA

2017

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

- S237c Santos, Patrícia Mirella dos.
Conforto térmico em diferentes sistemas de alojamento para aves de postura em fase de recria em clima tropical / Patrícia Mirella dos Santos. – 2017.
69 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.
1. Ambiência. 2. Avicultura de postura. 3. Estresse térmico. I. Título.

CDD 630

PATRÍCIA MIRELLA DOS SANTOS

**CONFORTO TÉRMICO EM DIFERENTES SISTEMAS DE ALOJAMENTO PARA
AVES DE POSTURA EM FASE DE RECRIA EM CLIMA TROPICAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícolas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ambiente Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: 18/07/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Eduardo Braga Cruz
Faculdade Terra Nordeste (FATENE)

Prof. Dr. Luís de França Camboim Neto
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A minha querida mãe, que é
simplesmente tudo em minha vida.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus por está sempre presente em todos os momentos de minha vida, dando-me forças para superar todas as dificuldades, sustentação nos momentos de angústia e conformidade para aceitar aquilo que não posso mudar, além de colocar em minha vida verdadeiros anjos que contribuem para meu crescimento pessoal e profissional.

Em especial a minha querida mãezinha que é fonte de força, amor, apoio e companheirismo.

A Universidade Federal do Ceará pelo excelente ensino e pela oportunidade da realização do mestrado.

A CAPS pelo apoio financeiro por meio da manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa filho, pela orientação e compreensão durante os períodos de tribulação.

Aos professores que participaram da minha banca examinadora Carlos Eduardo Braga Cruz e Luís de França Camboim Neto, pelas valiosas colaborações, considerações, compreensão e apoio dedicados. Serei eternamente grata!

Agradeço a Tijuca alimentos, em nome de Nicolas Vasconcelos, por ter cedido suas instalações para a realização do trabalho e por contribuir com informações importantes para o trabalho.

Ao meu noivo Cleivand, pelo amor, companheirismo, compreensão e parceria. Sem seu apoio não seria possível concluir esta etapa da nossa vida.

A amiga Marília Lessa pela orientação, apoio, dedicação e companheirismo durante a realização da pesquisa.

A Lorena Stephani por contribuir na coleta e disponibilização dos dados.

Aos colegas Luanda Rêgo de Lima, Simone Mendes, Perila Maciel e Vinícius Sales, pelo apoio constante durante o mestrado e realização do experimento.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização dessa pesquisa, dando-me forças para superar meus problemas de saúde e a perseverar na luta pela conclusão do meu mestrado, apesar dos inúmeros obstáculos.

“A persistência é o menor caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

SANTOS, Patrícia Mirela. Universidade Federal do Ceará, julho 2017. **Conforto térmico em diferentes sistemas de alojamento para aves de postura em fase de recria em clima tropical.** Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho, Conselheiros: Prof. Dr. Carlos Eduardo Braga Cruz, Prof. Dr. Luís de França Camboim Neto.

A crescente preocupação por parte dos consumidores com a qualidade do produto oferecido tem contribuído para a crescente adoção de tecnologias que garantam o bem-estar das aves durante todas as fases de sua vida. Assim, objetivou-se avaliar o conforto térmico em dois tipos de galpões, convencional e automatizado, para aves de postura em fase de recria, em uma granja comercial localizada no município de Beberibe, estado do Ceará, no período de maio a abril de 2015. As coletas foram realizadas no período da manhã e tarde, onde foi realizado o monitoramento das variáveis ambientais: temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e luminosidade. Os parâmetros fisiológicos avaliados foram: temperatura retal e a frequência respiratória, com o intuito de analisar a situação de conforto em que os animais estavam sujeitos nos galpões. Todos os dados foram submetidos à estatística descritiva básica para verificar se havia normalidade de distribuição dos dados. Os valores que se encontraram dentro da normalidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), para verificar a existência de diferença estatística ($p < 0,05$). A análise dos dados ambientais mostrou que em ambos os galpões a temperatura apresentou-se superior à faixa de conforto considerada ideal para aves de postura. A umidade relativa permaneceu dentro da faixa de conforto nos horários mais críticos do dia, possivelmente em decorrência da quadra chuvosa na região. A velocidade do vento apresentou valor superior ao recomendado pelo manual da linhagem Dekalb White. A luminosidade também apresentou valores muito superiores aos recomendados pelo manual para a fase de recria, contudo essa alta incidência de luminosidade não influenciou na maturidade sexual das aves. A elevação da temperatura não influenciou no conforto térmico das aves, pois as variáveis fisiológicas permaneceram dentro da faixa considerada ideal, tendo em vista que, a temperatura retal permaneceu dentro do limite de $41,1^{\circ}\text{C}$ e a frequência respiratória não ultrapassou os $273 \text{ movimentos}\cdot\text{minuto}^{-1}$. Com os resultados das análises ambientais foi possível constatar que as aves encontravam-se em desconforto térmico em ambas as instalações, entretanto o galpão 1 apresentou valores acima dos encontrados no galpão 2 indicando que em relação aos aspectos ambientais, o galpão 2 proporcionou mais conforto do que o galpão 1. O galpão 2 é o mais indicado para aves de postura em fase de recria, pois além de oferecer mais conforto, requer uma quantidade inferior de mão de obra para sua manutenção. Entretanto é sugerido a adoção de mecanismos de controle ambiental secundários a fim de amenizar o desconforto térmico das aves.

Palavras-chave: Ambiência. Avicultura de postura. Estresse térmico.

ABSTRACT

SANTOS, Patrícia Mirela. Universidade Federal do Ceará, julho 2017. **Environmental monitoring in different lodging systems for laying hens in tropical climates.** Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho, Conselheiros: Prof. Dr. Carlos Eduardo Braga Cruz, Prof. Dr. Luís de França Camboim Neto.

The growing concern on the part of the consumers about the quality of the products offered has contributed to the increase adoption of technologies that ensure the welfare of birds during all the phases of their lives. The objective of this study was to evaluate thermal comfort in two types of sheds, conventional and automatized, for laying poultry in the rearing phase, in a commercial farm located at Beberibe county, state of Ceará, in the period between April and May of 2015. The collections were carried out in the period of morning and afternoon, where it was accomplished the monitoring of environmental variables: temperature, relative humidity in air, wind speed and luminosity. The physiologic parameters evaluated were: rectal temperature and the respiratory frequency, in order to analyze the comfort situation that the animals were being subjected in the hangars. All data were submitted to basic descriptive statistics in order to verify if there was normality in the data distribution. The values that were within the normal range, were submitted to analysis of variance (ANOVA), to verify the existence of statistical difference ($p > 0,05$). For the data that presented statistical difference, the Tukey test was performed at the 5% level of significance. The analysis of environmental data showed that in both hangars the temperature was higher than the comfort range considered ideal for laying birds. The relative humidity remained within the comfort range at the most critical times of the day, possibly due to the rainy season in the region. The wind velocity presented superior value than the recommended by the Dekalbe White lineage manual. The luminosity also presented values much superior to those recommended by the manual for the recreating phase, however, this high incidence of luminosity did not influence the sexual maturity of the birds. The elevation of temperature did not influenced the thermal comfort of the birds, because the physiological variables remained within the range considered ideal, given that the rectal temperature remained within the limit of $41.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ and the respiratory rate did not exceeded $273\text{ movements}\cdot\text{minute}^{-1}$. With the results of the environmental analysis it was possible to verify that the birds were in thermal discomfort in both facilities, however shed 1 presented values way above those found in shed 2 indicating that in relation to the environmental aspects, shed 2 provided more comfort than shed 1. Shed 2 is best suited for laying poultry, as it offers more comfort, requires less manpower for its maintenance. However, it is suggested the adoption of secondary environmental control mechanisms in order to decrease the thermal discomfort of birds.

Keywords: Ambience. Poultry farming. Thermal stress.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Galpão de recria convencional com 4 baterias de gaiolas, chamado de Galpão 1	30
Figura 02	Equipamentos do Galpão 1: (a) comedouro do tipo calha metálico; e (b) bebedouro do tipo copo.....	31
Figura 03	Galpão de recria automatizado com 3 baterias de gaiolas, chamado de Galpão 2	32
Figura 04	Equipamentos do Galpão 2: (a) comedouro automático do tipo calha metálico; e (b) bebedouro do tipo <i>nipple</i>	33
Figura 05	Esteiras transportadoras automáticas para recolhimento de dejetos.....	33
Figura 06	Divisão dos quadrantes e posicionamento dos <i>Data Loggers</i> no Galpão 1.....	35
Figura 07	Divisão dos quadrantes e posicionamento dos <i>Data Loggers</i> no Galpão 2.....	35
Figura 8	Posicionamento das miniestações meteorológicas e <i>Data Loggers</i> nas gaiolas dos dois galpões durante o período experimental: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2.....	36
Figura 9	Equipamentos: (a) aparelho utilizado para a medição da velocidade do vento; e (b) aparelho utilizado para a medição da luminosidade	37
Figura 10	Médias da temperatura do ar (°C) dentro e fora dos galpões, durante as 6 coletas, ao longo do turno da manhã	39
Figura 11	Médias da temperatura do ar (°C) dentro e fora dos galpões, durante as 6 coletas, ao longo do turno da tarde	40
Figura 12	Médias da umidade relativa do ar (%) dentro e fora dos galpões, durante as 6 coletas, ao longo do turno da manhã.....	45
Figura 13	Médias da umidade relativa do ar (%) dentro e fora dos galpões, durante as 6 coletas, ao longo do turno da tarde	46
Figura 14	Médias da velocidade do vento ($m.s^{-1}$) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde	49
Figura 15	Média móvel exponencialmente ponderada para a velocidade do vento, durante o turno da manhã, no quadrante A-Início: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2	51
Figura 16	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a velocidade do vento, durante o turno da tarde, no quadrante A-Início: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2	51

Figura 17	Médias da luminosidade (lux) no Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde	52
Figura 18	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a luminosidade, durante o turno da manhã, no quadrante A- Início: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2	55
Figura 19	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a luminosidade, durante o turno da tarde, no quadrante A- Início: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2	55
Figura 20	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a luminosidade, durante o turno da manhã, no quadrante C-Final: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2	56
Figura 21	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a luminosidade, durante o turno da tarde, no quadrante C-Final: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2	56
Figura 22	Médias da temperatura retal (°C) em poedeiras na fase de recria, nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde	57
Figura 23	Médias da frequência respiratória (movimentos.minuto ⁻¹) em poedeiras na fase de recria, nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Médias das temperaturas do ar ($^{\circ}\text{C}$) do Galpão 1 e do Galpão 2, nos turnos da manhã e tarde, de acordo com a divisão dos quadrantes.....	43
Tabela 02	Médias de umidade relativa do ar (%) do Galpão 1 e do Galpão 2, nos turnos da manhã e tarde, de acordo com a divisão dos quadrantes.	47
Tabela 03	Médias da velocidade do vento (m.s^{-1}) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde.....	50
Tabela 04	Médias da luminosidade (lux) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde	54
Tabela 05	Médias da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde.....	58
Tabela 06	Médias da frequência respiratória ($\text{movimentos.minuto}^{-1}$) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde.....	60

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
CV	Coefficiente de variação
DP	Desvio Padrão
GL	Graus de liberdade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEC	Índice entalpia de conforto
FR	Frequência respiratória
<i>h</i>	Entalpia
LIC	Limite inferior de controle
LSC	Limite superior de controle
MMEP	Média móvel exponencialmente ponderada
PB	Pressão barométrica
QM	Quadrado médio
SQ	Soma dos quadrados
T e <i>t</i>	Temperatura do ar
TCS	Temperatura crítica superior
TR	Temperatura retal
UR	Umidade relativa do ar
VV	Velocidade do vento
UBA	União Brasileira de Avicultura
ZCT	Zona de conforto térmico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivo geral	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Avicultura no Brasil	17
2.2	Bem-estar nas instalações para aves de postura	21
2.3	Ambiência e estresse térmico na produção de aves de postura	21
2.4	Ambiência para galinhas poedeiras em fase de recria	23
2.5	Variáveis ambientais	24
2.5.1	Temperatura e Umidade relativa do ar	24
2.5.2	Luminosidade	25
2.5.3	Velocidade do Vento	26
2.6	Aspectos construtivos	27
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	Caracterização do local	30
3.2	Caracterização dos galpões	30
3.2.1	Galpão 1 – Galpão convencional de recria	30
3.2.2	Galpão 2 – Galpão automatizado de recria	31
3.3	Grupos experimentais	34
3.4	Divisão dos galpões	34
3.5	Variáveis ambientais	36
3.5.1	Temperatura e umidade relativa do ar	37
3.5.2	Velocidade do vento e luminosidade	37
3.6	Variáveis fisiológicas	37
3.6.1	Temperatura retal	37
3.6.2	Frequência respiratória	38
3.7	Índice de conforto térmico	36
3.7.1	Entalpia	36
3.8	Análise estatística	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1	Variáveis ambientais	39
4.1.1	Temperatura do ar	39

4.1.2	Umidade relativa do ar.....	44
4.1.3	Velocidade do vento	48
4.1.4	Luminosidade	52
4.2	Variáveis fisiológicas	57
4.2.1	Temperatura retal.....	57
4.2.2	Frequência respiratória	59
5	CONCLUSÃO.....	64
	REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura é uma das atividades de fundamental importância para o agronegócio brasileiro, apresentando considerável crescimento nos últimos anos. Esse crescimento pode ser atribuído ao aumento da demanda de alimentos gerada pelo crescente aumento da população e também, pela introdução de sistemas modernos e automatizados. Além desses aspectos, outros fatores contribuíram para o crescimento da atividade como melhoramento genético, à nutrição, manejo sanitário e reprodutivo. Todavia nem sempre a adoção dessas técnicas são suficientes para se obter o máximo da produção. O manejo adequado durante todas as fases da vida das aves possui influência significativa na qualidade do produto final.

Sendo assim, uma das fases responsável pelo bom desenvolvimento na produção de ovos é a recria. A fase de recria é responsável pela produção futura das aves, visto que, é durante esse período que ocorre o desenvolvimento fisiológico, esquelético e reprodutivo das aves. Nesta fase se faz necessário além das técnicas de manejo citadas, a adoção de técnicas relacionadas ao conforto térmico e ao bem-estar satisfatório, para que seja possível obter um melhor desempenho produtivo durante período de postura.

O desenvolvimento de tecnologias tem-se mostrado uma alternativa para produtores que visam não apenas a maximização da produção, mas também, o bem-estar das aves alojadas. Os investimentos tecnológicos empregados buscam maximizar a produção, a fim de atender essa demanda. Entretanto, ocorre que muitas vezes o foco das granjas avícolas está voltado para a implantação de sistemas de automação, sem que haja maiores cuidados com os aspectos relacionados à ambiência e ao bem-estar dos animais.

Aspectos relacionados ao ambiente de alojamento, como as próprias instalações, podem influenciar nos aspectos produtivos, reprodutivos e comportamentais das aves, quando submetidas a condições de estresse térmico. Por isso, se torna imprescindível o planejamento de instalações de acordo com as exigências de cada fase da vida do animal, visando proporcionar um ambiente que ofereça proteção contra os fatores ambientais críticos, como altas temperaturas e umidade relativa do ar, oferecendo uma condição de conforto adequado. Além de projetar de acordo com as fases da vida do animal, outro fator importante é projetar de acordo com a região, pois o clima local é um dos principais fatores que determinam a condição de conforto dos animais dentro das instalações.

É possível observar que, muitas vezes, os avicultores adotam projetos de instalações e equipamentos sem levar em consideração às particularidades topográficas e

climáticas locais, adotando um único modelo para todas as regiões do país. O emprego dessa prática ocasiona muitos problemas de manejo e de bem-estar das aves, o que pode ser evitado ao se considerar aspectos construtivos na elaboração do projeto de instalação, como: tipo de cobertura, orientação adequada, largura do galpão, altura do pé-direito, tipos de gaiolas, materiais de construção, dentre outros. Esses aspectos devem ser apropriados para cada região, sendo que estes irão influenciar diretamente no microclima dos galpões. Dessa forma, aspectos relacionados ao ambiente térmico devem ser monitorados constantemente com o intuito de avaliar se as instalações proporcionam conforto térmico adequado aos usuários.

Observa-se que os projetos de instalações estão seguindo a modernização tecnológica no sentido de minimizar os custos com mão de obra e maximizar a eficiência dos sistemas. Nesse contexto, nota-se que os investimentos em sistemas de automação podem não ser viáveis quando não se adotam os cuidados primários no projeto, principalmente no que se refere ao ambiente térmico no interior do galpão. Ocorre que, geralmente, os ajustes no monitoramento ambiental são negligenciados, quando não, inexistentes, o que prejudica o acompanhamento das condições de conforto das aves durante as fases de produção. Por isso, os projetos de instalações devem ser planejados de modo a assegurar um ambiente de conforto térmico que proporcione as aves expressar todo seu potencial produtivo, assegurando a manutenção da homeotermia, além de contribuir para a qualidade de vida desses animais ao longo do processo de produção.

Desse modo, objetivou-se com essa pesquisa avaliar o conforto térmico de galinhas poedeiras em fase de recria alojadas em dois tipos de galpões, convencional e automatizado, por meio da coleta de dados ambientais (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento) e fisiológicos (temperatura retal e frequência respiratória).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Avicultura de postura no Brasil

A avicultura de postura vem, ao longo dos anos, se destacando e tornando-se uma das atividades econômicas mais importantes e em constante crescimento para a agroindústria brasileira (LIMA; ROGRIGUES, 2010). Esse crescimento é verificado ao se comparar a produção de ovos nos anos de 2003 a 2010, onde se observa um crescimento de 39,34% durante esse período, ou seja, um crescimento de 4,91% ao ano (ESPÍNDOLA *et al.*, 2013). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), no quarto trimestre de 2016 a produção de ovos alcançou 799,33 milhões de dúzias registrando um aumento de 2,5% superior ao quarto trimestre de 2015. Essa média de produção de ovos é considerada histórica, levando-se em consideração a contagem da produção que data do ano de 1987. Esse crescimento só foi possível graças a constantes pesquisas realizadas nas áreas da nutrição, genética, manejo e bem-estar, que favoreceram a aplicação de técnicas imprescindíveis para o desenvolvimento da atividade e também para a qualidade do produto oferecido ao mercado (PONCIANO *et al.*, 2011).

Por ser considerado um alimento completo, o ovo oferece diversos benefícios à saúde daqueles que o consomem, sendo uma fonte rica em vitaminas e nutrientes. O consumo de ovos tem contribuição fundamental para a melhoria da alimentação dos brasileiros estando cada vez mais presente em sua mesa. Além desses benefícios, a produção de ovos tem contribuído socialmente para a geração de empregos através do uso de mão de obra intensiva, tornando a atividade uma das responsáveis pela geração de empregos diretos e indiretos no setor agropecuário, onde possui representatividade no abastecimento do mercado consumidor interno (PRODUÇÃO ANIMAL, 2011). De acordo com Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2016), a cadeia produtiva de ovos é caracterizada pela produção de ovos para consumo “in natura” e industrializados, sendo que, o sistema de criação adotado predominantemente é o de criação em gaiolas, possuindo como perfil de produtores aqueles com criações de pequeno e médio porte que produzem a própria ração e possuem instalações convencionais.

É nítido que esse crescimento só está sendo possível graças ao constante investimento tecnológico feito por parte dos avicultores, que visam à otimização de todo o processo produtivo, visto que, o desenvolvimento e a introdução de novas técnicas de produção obrigam os produtores a se manterem atualizados e informados sobre as tendências

do mercado, que está cada vez mais exigente, garantindo sua produtividade. Para isso são feitos investimentos que reduzem os custos durante o processo através de tecnologias implantadas dentro dos galpões que reduzem a mão de obra minimizando os custos e melhorando a logística interna e externa.

Apesar desse investimento, para que a avicultura brasileira possa alcançar patamares maiores tanto no mercado nacional como no internacional, faz-se necessário reduzir as perdas econômicas durante o processo produtivo (UBA, 2008). Para atender as exigências do mercado, é importante a adoção de programas que garantam o elevado padrão da produção de ovos. Por isso, a aplicação de boas práticas de produção que visam não apenas a preservação do meio ambiente, mas também o bem-estar dos animais e dos trabalhadores deve ser considerado, visto que, são de muita importância para o progresso da atividade não só em âmbito nacional como no internacional (STEFANELLO, 2011).

A busca pela maximização da produção em um curto intervalo de tempo e a utilização de tecnologias que integram genética, nutrição e manejo extraído o máximo em um curto intervalo de tempo, geram conflitos no âmbito social e político no que se refere ao bem-estar dos animais alojados nesses sistemas de criação. Isso se deve a crescente preocupação, principalmente por parte da Europa, com a forma em que os alimentos são produzidos. Muitas vezes a disseminação de doenças e a contaminação pela ingestão de alimentos impróprios estão diretamente ligadas ao sistema de criação adotado. Para Ferreira e Bernd (2016), quando os animais estão sujeitos às diversas formas de estresse, isso implica em prejuízos não só para o produtor, mas também para o consumidor. A implantação de sistemas de criação que proporcionem conforto e bem-estar aos animais, como as gaiolas enriquecidas, evita que as aves sintam dor, desconforto e mortalidade, permitindo a maximização da produção e a rentabilidade do negócio.

2.2 Bem-estar nas instalações para aves de postura

Devido ao crescimento populacional, existe uma crescente preocupação com a produção de alimentos, principalmente por parte dos consumidores que estão cada vez mais interessados no processo de criação, pois sabem que associados aos ganhos econômicos e sociais promovidos pela intensificação da avicultura industrial, estão os problemas relacionados ao bem-estar das aves, primeiro pela dificuldade de associar o mínimo de custo aos padrões de produção englobados pelas normas do bem-estar animal e segundo pela dificuldade de estabelecer parâmetros científicos que avaliem de forma eficiente a qualidade

de vida desses animais nos sistemas atualmente implantados (ROCHA; LARA; BAIÃO, 2008).

Segundo Broom (1991), bem-estar está relacionado ao estado de um indivíduo e sua tentativa para se adaptar ao ambiente. Para Hötzel e Machado Filho (2015), bem-estar nada mais é do que, o estado de um indivíduo do ponto de vista de suas tentativas para se adaptar ao ambiente levando-se em consideração, o estado biológico do animal e suas preferências. Essa preocupação com o bem-estar animal data do ano de 1964 com a publicação do livro *Animal Machines*, escrito por Ruth Harrison, onde eram relatados os maus tratos, como utilização de gaiolas para as galinhas e vitelos e a produção de frango de corte em alta escala e densidade, sofridos pelos animais criados em confinamento na Grã-Bretanha (HÖTZEL; MACHADO FILHO, 2015).

Esse livro retratava dentre muitos aspectos, a maneira com a qual os animais eram mantidos e tratados nos sistemas intensivos, que até então, eram pouco conhecidas pelo público. Essa publicação foi bastante impactante e contribuiu para a conscientização da sociedade britânica, tomando proporções grandiosas, que possibilitaram a criação de uma comissão incumbida na investigação do bem-estar dos animais de produção conhecida como Comitê de Brambell. Essa comissão lançou um relatório no qual registrou-se pela primeira vez um conceito sobre bem-estar animal, onde reconhecia pela primeira vez “os sentimentos dos animais”. Nesse relatório continha as primeiras recomendações mínimas para assegurar o bem-estar dos animais e nelas estavam inclusas as cinco liberdades: livre de fome e sede, livre de desconforto, livre de dor, lesão ou doença, livre para expressar seu padrão normal de comportamento e livre de medo, criadas para melhorar a vida dos animais destinados a produção intensiva conceitos estes, aceitos até hoje (FAWC, 1992).

Essa constante preocupação com o bem-estar leva os consumidores a buscar mais informações a respeito da segurança alimentar tanto do ponto de vista da qualidade, como pelo estado de bem-estar dos animais a partir dos quais esses alimentos estão sendo obtidos (JACINTO, 2013). A adoção de tecnologias que garantam o padrão de qualidade exigido pelos consumidores torna-se uma importante ferramenta para se manter no mercado.

Dentre os parâmetros mais indicados para aferir o bem-estar, estão os fisiológicos, os ambientais e os comportamentais. Dentre os parâmetros fisiológicos aferidos estão à frequência respiratória e cardíaca, a temperatura retal e os níveis de corticosterona que fornecem uma relação com os níveis de estresse causados por agentes estressores e por desafios ambientais (COSTA *et al.*, 2008). As concentrações de amônia, temperatura ambiente, umidade, ventilação, e densidade são alguns parâmetros ambientais que

influenciam diretamente no bem-estar dos animais. Os parâmetros comportamentais estão entre os mais aceitos como indicadores do bem-estar, pois é a partir do comportamento, que identificamos suas preferências assim como a presença de comportamentos anormais como estereotípias (BROOM; MOLENTO, 2004).

Pereira *et al.*, (2007), afirma que conhecer e garantir o bem-estar das aves no sistema de criação, é de suma importância, pois afeta diretamente a produção das aves. A construção de modelos que estimam o bem-estar auxilia na gestão de aviários contribuindo para o sucesso e a sustentabilidade da avicultura. Tendo em vista estes aspectos, as construções destinadas à criação de aves poedeiras devem ser planejadas adequadamente e de forma a não somente levar em consideração o fluxograma de funcionamento da exploração em nível interno e externo, mas também, os aspectos ambientais que possam interferir na produtividade do animal.

A criação de aves no Brasil passou por grandes avanços ao longo dos anos, visto que, até pouco tempo atrás pouca atenção era dada a forma com que as aves eram alojadas, onde predominavam sistemas de confinamento convencionais, ou seja, as instalações eram abertas e sem a adoção de sistema de acondicionamento térmico artificial (RESENDE *et al.*, 2008). Além das instalações brasileiras possuírem essa característica, muitas vezes as aves eram alojadas em alta densidade o que contribuía para uma situação de desconforto térmico para os animais alojados. Entretanto de acordo com Botelho *et al.* (2016), mudanças tem ocorrido nesse cenário, tendo em vista o crescente desenvolvimento da atividade tanto no mercado nacional como no internacional. Assim para atender as exigências desses mercados, os avicultores brasileiro, buscaram e ainda buscam implementar tecnologias e programas que contribuem para a melhoria da qualidade de vida das aves durante todo o processo de produção tornando o sistema cada vez mais tecnificado.

A necessidade de projetar as edificações avícolas de acordo com o clima, local e ao tipo de exploração, permite que os galpões sejam ajustados às necessidades dos animais possibilitando que estes, possam dispor de condições favoráveis de conforto. As instalações devem sempre amenizar as sensações de desconforto térmico impostas por climas extremos, como os excessos de calor, frio ou vento e que ofereçam o mínimo de conforto para que os índices de produtividade sejam atingidos (DAMASCENO *et al.*, 2010). O dimensionamento, os materiais utilizados, a orientação do galpão, a localização, a forma de ocupação e o conforto que as aves ocupantes necessitam para ter um desempenho ideal, são fatores que devem ser levados em consideração.

O maior desafio para a avicultura está em achar um equilíbrio entre o custo operacional para a projeção de uma instalação que ofereça um ambiente adequado, onde as aves possam ter um maior aproveitamento termodinâmico e adequar instalações avícolas sem afetar os custos de produção, de maneira a permitir a manutenção da temperatura e umidade relativa do ar, em limites que proporcionem um ambiente térmico ideal no interior do alojamento, adequados às exigências das aves (MATTOS, 2007).

2.3 Ambiência e estresse térmico na produção de aves de postura

O Brasil é considerado um país de clima tropical, pois está localizado ao sul da linha do equador, onde as médias de temperatura ao longo do ano são muito superiores ao desejável para o conforto térmico. Portanto o controle ambiental interno dos galpões avícolas torna-se fundamental para o sucesso da atividade. Além dos fatores relacionados ao bem-estar, o conhecimento dos fatores relacionados ao ambiente térmico como: temperatura, umidade relativa do ar, radiação térmica, movimentação do ar e luminosidade, são aqueles que afetam mais diretamente as aves, pois comprometem sua função vital mais importante que é a manutenção da própria homeotermia (ABREU; ABREU, 2004).

Classificadas como animais homeotermos, as aves possuem a capacidade de manter a temperatura corporal relativamente constante por meio de trocas térmicas contínuas com o ambiente (BENTO, 2010). Entretanto esse processo só é eficiente, quando a temperatura ambiente se encontra dentro dos limites de termoneutralidade, ou seja, as aves precisam encontrar um equilíbrio térmico ideal com o ambiente, para expressar suas melhores características produtivas. É importante ressaltar que existe uma zona de conforto, ou zona de termoneutralidade, onde a taxa metabólica é mantida a gastos mínimos, ou seja, o animal mantém praticamente constante a temperatura corporal com mínimo esforço termorregulatório, permitindo que a energia metabolizada possa ser direcionada, quase que em sua totalidade, para os processos produtivos (SOUZA, 2005).

A zona de termoneutralidade é limitada em ambos os extremos pelas Temperatura Crítica Inferior (TCI) e Temperatura Crítica Superior (TCS). Essa zona de conforto varia entre as espécies e também dentro da mesma espécie animal. De acordo com Furtado, Azevedo e Tinôco (2003), nas aves essa faixa de temperatura pode mudar de acordo com sua constituição genética, idade, sexo, tamanho corporal, estado fisiológico, radiação, umidade e velocidade do vento. O ambiente considerado confortável para aves em fase inicial é de 35°C

e em fase adulta é de 18°C a 28°C com umidade relativa entre 50 e 70% (BAËTA; SOUZA, 2012).

As aves utilizam diversos mecanismos comportamentais e fisiológicos para manter a termoneutralidade no ambiente de criação. Para combater os efeitos do estresse por frio as aves costumam adotar mecanismos termogênicos tais como: aumento da ingestão de alimentos, aumento da pressão sanguínea, vasoconstrição periférica, glicogênese por meio de tremor muscular, queima de tecido adiposo, e em último caso, utilização das próprias proteínas num processo catabólico (SILVA, 2010).

A frequência respiratória é um mecanismo de dissipação de calor, sendo acionada pelas aves em situações de desconforto térmico com o objetivo de manter a homeotermia (SENA *et al.*, 2016). É considerada um parâmetro fisiológico importante na caracterização da condição de conforto ou estresse dos animais (SANTOS *et al.*, 2005). Quando submetidas a altas temperaturas, as aves apresentam maior dificuldade em manter sua temperatura corporal, pois não possuem glândulas sudoríparas e a camada isolante da cobertura de penas dificulta a troca de calor com o meio. De acordo com Welker *et al.* (2008) quando submetida ao estresse por calor as aves costumam afastar as asas e as penas são eriçadas para permitir o resfriamento corporal, além a aumentar a frequência respiratória em até dez vezes o seu ritmo normal em resposta ao desconforto térmico.

Esse comportamento aumenta a dissipação do calor devido ao aumento do fluxo de sangue para os tecidos periféricos não cobertos por penas, como: pés, crista e barbelas, além do aumento do consumo de água e redução no consumo de ração. O desconforto térmico em aves de postura provoca uma série de consequências que estão intimamente ligadas a queda no consumo alimentar, menor taxa de crescimento, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole. (BRIDI, 2006).

Ainda segundo o mesmo autor, a indústria avícola passou a buscar na ambiência a possibilidade de melhoria no conforto e desempenho animal como forma de manter o bem-estar das aves, assim como a competitividade de mercado. Dessa forma, os fatores ambientais passaram a ser considerados de grande importância no processo de produção, dando início a vários estudos que demonstram a influência do ambiente no desenvolvimento das aves.

O setor avícola vem se modernizando intensivamente a cada ano e adotando tecnologias cada vez mais avançadas durante a produção animal. Garcia *et al.* (2015) ressaltaram que a busca pela implantação de novos sistemas de criação que visam o bem-estar dos animais ganha destaque no setor avícola, procurando uma alta produtividade aliada à condições satisfatórias de qualidade de vida dos animais. Assim, o ambiente deve atender as

expectativas de produção e, ao mesmo tempo, proporcionar conforto aos animais por meio da adoção de técnicas construtivas.

2.4 Ambiência para galinhas poedeiras em fase de recria

A fase de recria apresenta significativa importância ao longo do processo produtivo das aves, visto que é nessa fase que ocorrem o desenvolvimento fisiológico, imunológico, esquelético e reprodutivo (GAMBARO, 2015). Nesta fase torna-se importante a adoção de manejo nutricional adequado, tendo em vista que o fornecimento de uma ração balanceada de acordo com a necessidade do animal para a fase, se torna essencial para um retorno econômico satisfatório na fase de produção (CRUZ, 2011). Faz-se necessário também oferecer condições de conforto térmico, de modo a proteger essas aves das adversidades climáticas, considerando que em situações de estresse (frio e calor) as aves mobilizam suas reservas, para manter sua temperatura corporal constante por meio de mecanismos termorregulatórios.

Outro fator que interfere no desempenho das aves nesta fase se refere à densidade, pois de acordo com Pavan *et al.* (2005), a alta densidade pode causar efeito negativo no crescimento afetando o desempenho no período de produção, isso devido ao declínio no consumo de ração, com conseqüente redução no peso vivo e nos desenvolvimentos muscular e esquelético das aves em decorrência da ausência de bem-estar.

Como no Brasil a maioria das instalações para produção de aves de postura em fase de recria são abertas e em sistemas verticais, com grandes dimensões, tendo níveis de gaiolas de até oito andares, a situação de estresse térmico pode ser ainda mais crítica em função da variação no gradiente térmico, não apenas na vertical, mas também no comprimento e largura do galpão (COELHO *et al.*, 2015). De acordo com Abreu e Abreu (2001) e Biaggioni *et al.*, 2008, as variações ambientais como a temperatura, a umidade relativa do ar a velocidade do vento e a luminosidade, também interferem diretamente no desempenho produtivo e no bem-estar das aves. Ainda segundo esses autores, projetar instalações avícolas adequadas sem afetar os custos de produção, de maneira a permitir a manutenção das variações ambientais com o intuito de oferecer as aves conforto térmico ideal no interior do alojamento, adequado a fase de recria, tem-se tornado um desafio na avicultura.

Todas as práticas descritas são importantes na fase de recria, para que o lote atinja a maturidade sexual com uniformidade adequada e passe para a fase de postura em condições de produzir de maneira satisfatória (MAZZUCO *et al.*, 2006).

2.5 Variáveis Ambientais

2.5.1 Temperatura e Umidade relativa do ar

As variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar são as duas variáveis climáticas que possuem maior influência no conforto térmico dos animais, já que em temperaturas elevadas, o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, a qual depende da umidade relativa do ar (BAÊTA; SOUZA, 2010). Ainda segundo esses autores, a umidade relativa do ar presente em um aviário é função da temperatura ambiente e da quantidade de vapor de água proveniente dos bebedouros das aves e dos dejetos produzidos.

Para se obter um ambiente de conforto para as aves de postura, é necessário que tanto a temperatura como a umidade relativa do ar esteja dentro da faixa de conforto térmico. De acordo com Baêta e Souza (2012), a faixa de temperatura ideal para aves de postura varia de 18 a 28°C e a umidade relativa do ar na faixa de 40 a 60%.

Quando a umidade relativa do ar encontra-se acima de 60%, tem-se o umedecimento das excretas, o que pode provocar a proliferação de microrganismos patogênicos e dificultar o transporte de dejetos pelo maior teor de umidade, em casos de instalações equipadas com esteiras de dejetos (TEIXEIRA, 1997). Para os casos onde o teor de umidade relativa encontra-se abaixo de 40%, existe uma alta produção de poeira em conjunto com um aumento significativo do número de microrganismos em suspensão e material particulado. Tal situação aumenta a susceptibilidade de doenças respiratórias, tanto das aves quanto dos trabalhadores que atuam no galpão.

A capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Sendo assim, de acordo com Oliveira *et al.* (2006), quanto maior a umidade relativa do ar, maior é a dificuldade das aves em remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza no sentido de manutenção da homeotermia promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho.

De acordo com Moura (2001), quando as aves estão em ambientes de elevadas temperaturas, ocorre redução da atividade física, além da diminuição da produção interna de calor nas aves e o calor metabólico migra para a superfície do corpo na tentativa de liberar calor para o ambiente, pelos processos de condução, convecção e radiação. Outra consequência da elevação da temperatura é a redução no consumo dos alimentos que afeta, de

forma direta, o desempenho produtivo das aves e conseqüentemente ocasiona perda econômica para o produtor (TINÔCO, 2001).

Payne (1967 *apud* Vieira 2015) demonstrou em seus trabalhos que a queda na produção de ovos em aves submetidas ao estresse térmico não necessariamente são provocadas diretamente por altas temperaturas. Mas são também resultados da diminuição na ingestão de alimentos e nutrientes essenciais às aves, ocasionados principalmente pela perda de apetite provocada pelo estresse.

2.5.2 Luminosidade

A luminosidade exerce função importante no desempenho das aves poedeiras, visto que seus efeitos estão associados ao ritmo circadiano que coordena eventos bioquímicos e comportamentais que afetam o desempenho das aves (FREITAS, 2003). Por serem animais fotoperiódicos, as percepções da luminosidade ocorre via fotorreceptores hipotalâmicos, que por sua vez, influência diretamente o funcionamento do sistema reprodutivo, o desempenho e a produção de ovos (NUNES *et al.*, 2013). Ainda segundo esses autores, por possuir influência direta sobre o sistema reprodutivo, desempenho e produção de ovos, torna-se de crucial importância à adequação do programa de iluminação, uma vez que o manejo incorreto deste pode refletir na maturidade sexual das aves.

Além da interferência na alimentação e na fisiologia das aves, o comportamento e o bem-estar das aves estão relacionados com a luz e o sentido da visão, pois as aves domésticas possuem sistemas visuais altamente desenvolvidos e a maior parte do seu comportamento é medido pela visão (RIBEIRO, 2015).

A luz possui papel importante sobre o desempenho de poedeiras, visto que, tanto o fotoperíodo como a intensidade de luz podem produzir efeitos na produção de ovos. Isso se deve ao fato de que a glândula pituitária das aves é estimulada pela radiação luminosa que penetra pelo sistema ocular, passando a produzir hormônios para o funcionamento dos órgãos reprodutivos (JORDAN; TAVARES, 2005). O efeito da luz está diretamente ligado à idade que as aves alcançam a maturidade sexual. De acordo com Boni e Paes (1999), essa diferença não é produzida pela intensidade da luz, e sim pela duração do período de luz, que altera a idade de produção dos primeiros ovos. Ainda segundo esses autores, a intensidade da luz está mais relacionada com a uniformidade da maturidade sexual e com o aumento da sensibilidade orgânica em responder aos estímulos luminosos. De acordo com Gewehr e Freitas (2007), a aplicação de programas de luz pode adiantar ou atrasar o período de postura, sincronizar a

ovoposição, influenciar na taxa de postura, na qualidade da casca, na eficiência alimentar e no tamanho dos ovos. A adoção de programas de luz adequados para cada fase da vida das aves permite o desenvolvimento uniforme, atrasa a maturidade sexual, fazendo com que ocorra maior produção de ovos na fase inicial de postura e proporcione a homogeneidade do lote (JORDAN; TAVARES, 2005).

Segundo Mendes *et al.* (2010), a intensidade luminosa, a distribuição, a cor e a duração da luz afetam o desempenho e o bem-estar do lote, assim como, o posicionamento adequado das fontes de luz e sua distribuição, estimulam as aves a procurar alimento, água e calor durante a fase de recria. Além desses fatores, durante a fase de crescimento a iluminação pode ser útil para moderar o ganho de peso, otimizar a eficiência da produção e a saúde do lote (MENDES *et al.*, 2010).

O atraso do início da produção de ovos por meio de procedimentos de controle de luz, também alteram outros fatores de produção como: melhor qualidade da casca do ovo, menor número de ovos de duas gemas e deformados e menor mortalidade por prolapso (AVILA, 1993). Vale ressaltar que a adoção de programas de luz para aves em fase de recria são necessários em regiões onde a incidência solar não ocorre de forma direta e frequente. Para regiões localizadas na linha do Equador, como a região nordeste brasileira, a inclusão de programas de iluminação para a fase de recria só torna-se necessária para as granjas que possuem galpões fechados. Para as granjas que possuem galpões abertos, não se faz necessário a adoção de programas de iluminação para aves da linhagem Dekalb White na fase de recria, pois as mesmas possuem maturidade sexual precoce e a quantidade de luz natural é suficiente para um desenvolvimento satisfatório (COMMERCIAL MANAGEMENT GUIDE DEKALB WHITE, 2015).

2.5.3 Velocidade do vento

De acordo com Shutz (2011), para que as aves estejam em conforto térmico dentro das instalações é preciso que o balanço térmico seja nulo, ou seja, o calor produzido pelo organismo animal, somado ao calor ganho do ambiente seja igual ao calor perdido. Além de aspectos relacionados ao controle da temperatura e da umidade relativa do ar, fatores como a renovação do ar dentro das instalações possuem significativo impacto no conforto e bem-estar dos animais nos ambientes de produção.

A ventilação é um meio eficiente de reduzir a temperatura dentro das instalações avícolas, por meio da renovação do ar, possibilitando as trocas térmicas por convecção, além

de contribuir para a redução da concentração de gases e poeira que se acumulam dentro das instalações (CÉZAR, 2012). A ausência de ventilação pode ocasionar aumento da umidade relativa do ar, aumento na concentração dos gases tóxicos como a amônia e o dióxido de carbono, aumento da concentração de poeira e baixa concentração de oxigênio disponível (RONCHI, 2004).

De acordo com Commercial Management Guide Dekalb White (2015), a ventilação possui cinco principais funções, são elas: fornecer ar fresco, renovação do ar, controle da temperatura e umidade relativa do ar e remoção da poeira. Cada um desses aspectos contribui para que as aves possam melhorar a sua capacidade de conversão alimentar e conseqüentemente ter um bom desenvolvimento na fase de recria.

Como no Brasil há predominância de instalações abertas e sem a presença de acondicionamento artificial, a ventilação natural proporciona grandes benefícios para as aves dentro das instalações. A ventilação natural pode e deve ser amplamente aproveitada nos climas quentes, o que consegue com um criterioso estudo sobre as possibilidades propiciadas pelo clima, topografia do terreno, localização do setor avícola e organização espacial dos galpões, paisagismo natural e da própria construção (dimensões, desenho e localização das aberturas de entrada e de saída) (TINOCO, 1998). Ainda segundo esse autor, muitas vezes a adoção de quebra-ventos bem direcionados, funcionam para canalizar o fluxo do vento para determinados pontos das instalações, visando o aumento ou a redução de sua velocidade de acordo com a necessidade das fases de vida das aves.

2.6 Aspectos construtivos

Devido aos avanços no melhoramento genético a atividade avícola passou a ser uma atividade muito dependente do conforto térmico, visto que os animais que passaram por esse processo de melhoramento, apresentam um potencial produtivo elevado e por esse motivo, apresentam também, elevada exigência no que diz respeito ao conforto térmico (CÉZAR, 2012). De acordo com Silva *et al.* (2003), é necessário oferecer uma estrutura adequada para manter e dar continuidade a esse melhoramento, tendo em vista que se faz necessário garantir o bem-estar das aves durante todo o processo produtivo, oferecendo um ambiente térmico protegido das adversidades climáticas.

Como as instalações exercem forte influência sobre o bem-estar e o desempenho das aves de postura, se faz necessário oferecer um ambiente de produção que englobe uma soma de fatores referentes ao ambiente térmico (temperatura, umidade relativa do ar,

velocidade do vento, entre outros), ambiente acústico (ruídos), ambiente lumínico (iluminação natural ou artificial) e aéreos (gases e poeiras), que garantam a qualidade de vida das aves durante o processo produtivo (RIBEIRO, 2015).

Os elementos que compõem as instalações avícolas exercem influência direta na ambiência e no bem-estar das aves. Segundo Rodrigues e Nääs (1999), os materiais e elementos construtivos componentes das instalações, exercem controle sobre o ambiente interno devido as suas propriedades térmicas e mecânicas.

Os tipos de cobertura, a inclinação do telhado, forro, pintura, beiral, pé direito, dimensão do galpão, cuidados com o entorno e sistemas mecânicos, são meios de edificação rural que ao serem estudados e aplicados de maneira adequados, podem solucionar problemas relacionados ao microclima das instalações (FRANÇA *et al.*, 2007).

Um dos principais fatores que apresentam impacto no ambiente interno das instalações é o tipo de cobertura utilizado nos galpões. O tipo de cobertura determinará a quantidade de radiação térmica que incidirá nas aves e conseqüentemente influencia no conforto térmico dos animais dentro das instalações (PASSINI *et al.*, 2013). De acordo com Tinôco (2001), a cobertura é responsável por aproximadamente 80% da absorção de calor por radiação e a cor dos telhados possui significativa importância na retenção desse calor. Pequenos artificios como pintar a superfície externa do telhado de branco, torna-se uma ferramenta eficaz na redução da temperatura interna nos horários mais quentes do dia (SARMENTO *et al.*, 2005). Ainda segundo esse autor esse tipo de manejo reduz em até 9°C a temperatura dentro das instalações nos horários mais quentes do dia. As telhas mais utilizadas nos aviários são as de alumínio, cerâmica e amianto. As de cimento amianto esquentam muito ao sol, mas sua pintura ajuda a diminuir esta temperatura, e a adequada ventilação auxilia a remoção de vapor d'água contida no ar e o excesso do calor ambiental proveniente do metabolismo animal e das outras fontes radiantes (COSTA, 2012).

Outro fator que possui influência no ambiente térmico das instalações é o dimensionamento dos galpões. A orientação dos galpões está diretamente relacionada ao clima local, ou seja, para as instalações localizadas no hemisfério sul, as instalações devem ser orientadas no sentido leste-oeste, para que seja minimizada a incidência de radiação solar no interior da instalação durante o verão e favoreça a insolação na face norte durante o inverno (MENDES, 2015).

Para regiões onde a incidência de radiação solar na maior parte do ano, como a região nordeste brasileira, os beirais devem ser projetados de forma a proporcionar uma menor incidência de raios solares dentro das instalações. De acordo com Tinôco (1998), os

beirais nos climas quentes devem ser projetados de forma a evitar simultaneamente a penetração de chuvas, de ventos e de raios solares. Ainda de acordo com o autor, recomendam-se beirais de 1,5 a 2,5 metros, em ambas as faces norte e sul do telhado, de acordo com o pé direito e com a latitude.

A largura do galpão está relacionada também ao clima da região. Recomenda-se a largura de 10 a 14 metros para climas quentes e secos. Já para climas quentes e úmidos a recomendação é de 8 a 10 metros de largura (TINÔCO, 1998).

Fatores como a presença de vegetação em geral, podem reverter completamente à situação e desconforto térmico. Aspectos como a presença de árvores tanto na face leste como na oeste de instalações abertas, evitam a incidência de radiação solar direta dentro das instalações e proporcionam um ambiente mais ameno para as aves (TINÔCO, 2001).

Os aspectos descritos contribuem são fáceis de serem aplicados e ajudam a amenizar o estresse térmico das aves dentro do ambiente de criação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local

O experimento foi conduzido em uma granja comercial localizada no município de Beberibe, Ceará, com latitude 4° 13' 20'' S, longitude 38° 12' 1'' W. De acordo com a classificação de Köppen a área do experimento está localizada em uma região de clima Aw', com temperatura média anual de 26 °C. As coletas foram realizadas durante o período de 25 de abril a 30 de maio de 2015, contabilizando seis dias de coleta, as quais foram realizadas somente aos sábados.

Para o monitoramento ambiental foram avaliados dois tipos de galpões para aves de postura em fase de recria, ambos construídos na orientação leste/oeste, possuindo uma distância de 7 km entre eles.

3. Caracterização dos galpões

3.2.1 Galpão 1 – Galpão convencional de recria

O primeiro galpão, denominado G1, foi caracterizado como instalação convencional (Figura 1). Esse galpão recebeu essa denominação por não possuir nenhum sistema de automação que viesse a facilitar o manejo e a reduzir a mão-de-obra. As baterias de gaiolas eram dispostas em formato piramidal, sendo 4 baterias compostas por duas fileiras cada, totalizando 8 fileiras de gaiolas.

Figura 1 – Galpão de recria convencional com 4 baterias de gaiolas, chamado de Galpão 1

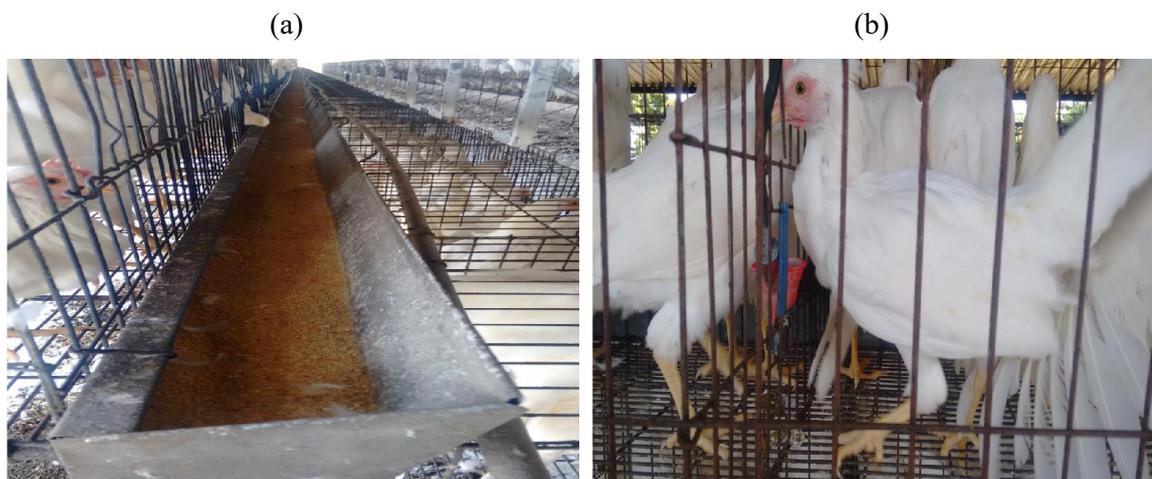


Fonte: próprio autor.

As dimensões do Galpão 1 eram de 129 metros de comprimento, 12 metros de largura, 2,80 metros de pé-direito e 0,60 metros de beiral. As gaiolas tinham as seguintes dimensões: 50 cm de comprimento, 50 cm de largura e 45 cm de altura, onde eram alojadas 6 aves por gaiola (416,6 cm²/ave). A cobertura do galpão era composta por telha de aço galvanizado, sem a presença do forro. No Galpão 1 a ventilação era natural e ao redor do mesmo havia presença de vegetação natural.

Neste galpão a ração era distribuída duas vezes ao dia de forma manual, em comedouros do tipo calha metálico (Figura 2a) e os bebedouros eram do tipo copo (Figura 2b).

Figura 2 – Equipamentos do Galpão 1: (a) comedouro do tipo calha metálico; e (b) bebedouro do tipo copo



Fonte: próprio autor.

Ainda neste galpão, a remoção dos dejetos produzidos pelas aves de postura na fase de recria ocorria somente quando os animais eram removidos das instalações, ao final ciclo.

3.2.2 Galpão 2 – Galpão automatizado de recria

O segundo galpão, denominado G2, foi caracterizado como instalação automatizada e as aves eram alojadas em gaiolas sobrepostas (Figura 3). Ao todo existiam 3 baterias de gaiolas, com três andares. Porém cada bateria era dupla, pois tinham gaiolas em ambos os lados, totalizando assim, seis fileiras de gaiolas por bateria. Desta maneira, este galpão tinha ao todo 18 fileiras de gaiolas.

As gaiolas possuíam 72 cm de comprimento, 64 cm de largura e 41 cm de altura, onde foram alojadas 9 aves por gaiola (512 cm²/ave).

Figura 3 – Galpão de recria automatizado com 3 baterias de gaiolas, chamado de Galpão 2



Fonte: próprio autor.

As dimensões do Galpão 2 eram de 120 metros de comprimento, 12 metros de largura, 3,5 metros de pé-direito e 1,0 metros de beiral. A cobertura do galpão era composta de telha cerâmica, sem a presença do forro. Neste galpão a ventilação também era natural, entretanto não havia presença de vegetação natural ao redor do galpão.

Diferentemente do sistema convencional do galpão 1, no Galpão 2 o sistema de alimentação era abastecido e distribuído para as aves de forma automática. Os comedouros eram do tipo calha metálico automático (Figura 4a) e os bebedouros eram do tipo *nipple* (Figura 4b).

Figura 4 – Equipamentos do Galpão 2: (a) comedouro automático do tipo calha metálico; e (b) bebedouro do tipo *nipple*



Fonte: próprio autor.

No Galpão 2, o recolhimento dos dejetos produzidos pelas aves de postura era realizado por meio de esteiras transportadoras automáticas (Figura 5) e despejados em um *container*.

Figura 5 – Esteiras transportadoras automáticas para recolhimento de dejetos



Fonte: próprio autor.

3.3 Grupos experimentais

As aves utilizadas no experimento eram da linhagem *Dekalb White*. Essas aves estavam entre a 5ª e 15ª semana de idade, que é considerada a fase de recria. Segundo o MANUAL DEKALB WHITE (2009), essas aves apresentam maturidade sexual precoce.

Durante o experimento as aves tinham livre acesso a ração e a água. A ração era produzida na própria granja e especialmente formulada para esta fase de vida das aves.

3.4 Divisão dos galpões

Durante a fase experimental foram realizadas 6 repetições dos procedimentos. As coletas foram realizadas no período da manhã, compreendido de 8 às 12 horas e no período da tarde, compreendido de 13 às 17 horas.

As observações dos dados foram divididas em variáveis:

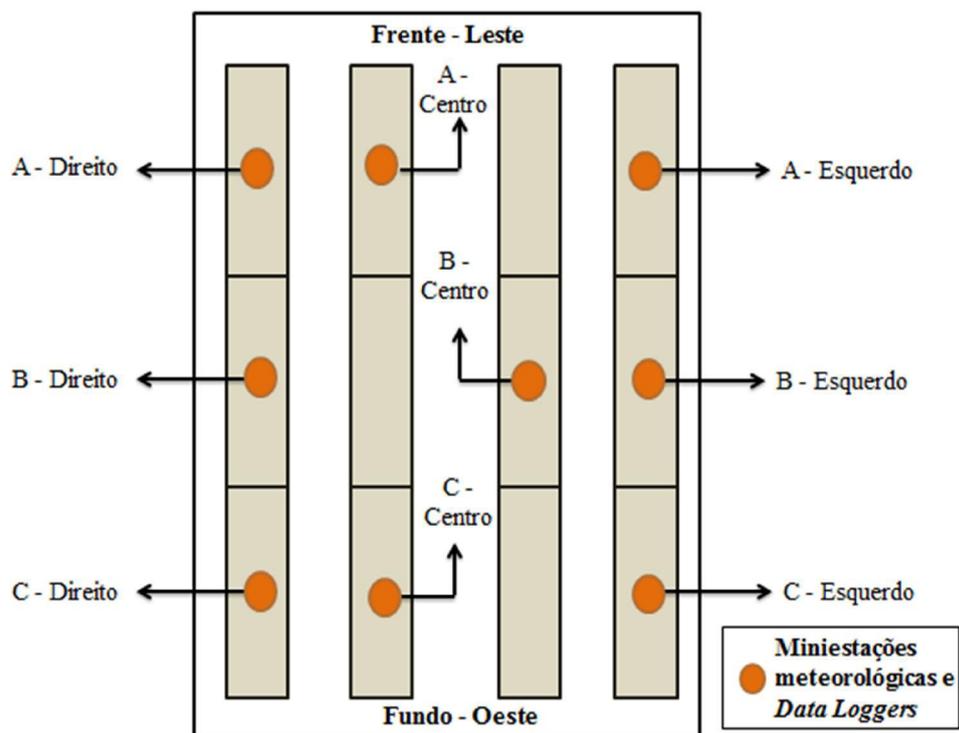
- Ambientais: temperatura (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m.s⁻¹) e luminosidade (lux);

- Fisiológicas: temperatura retal (°C) e frequência respiratória (mov.min⁻¹).

Em virtude da longa extensão dos galpões foi necessário dividi-los em quadrantes, para que as coletas pudessem ser mais representativas. Cada galpão foi dividido em três partes, na largura e no comprimento. Desta maneira, cada galpão foi dividido em 9 partes (quadrantes), como é possível observar nas Figuras 6 e 7.

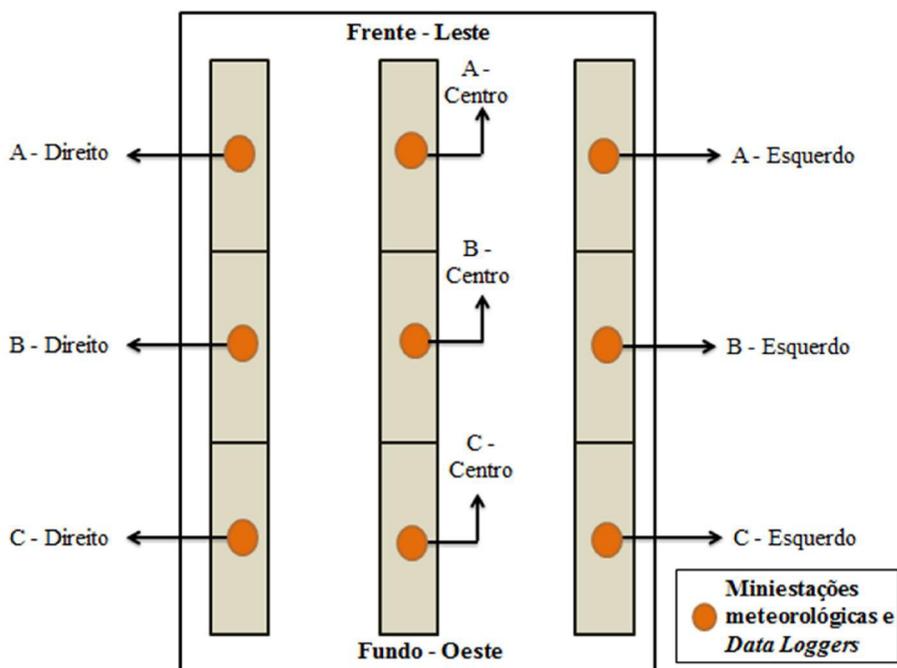
Pela Figura 6 é possível observar que a parte frontal dos galpões foi chamada de parte A, o meio dos galpões de parte B e a parte do fundo dos galpões foi chamada de parte C.

Figura 6 – Divisão dos quadrantes e posicionamento dos *Data Loggers* no Galpão 1



Fonte: próprio autor.

Figura 7 – Divisão dos quadrantes e posicionamento dos *Data Loggers* no Galpão 2



Fonte: próprio autor.

Em cada um dos nove quadrantes foram realizadas coletas dos valores de velocidade do vento e luminosidade do ambiente, além de temperatura retal e frequência respiratória das aves. Para identificar tanto a divisão dos quadrantes, bem como os pontos de coleta das variáveis, foram utilizadas fitas coloridas para marcação dos locais para que fosse possível obter com exatidão a posição onde as variáveis foram medidas.

3.5 Variáveis ambientais

3.5.1 Temperatura e umidade relativa do ar

A temperatura (T , em $^{\circ}\text{C}$) e a umidade relativa do ar (UR , em $\%$) foram coletadas no interior e no exterior dos galpões por meio de miniestações meteorológicas e *Data Loggers* da marca Hobo[®]. As miniestações instaladas dentro das gaiolas foram posicionadas na altura dos animais (Figuras 8), para que fosse possível obter com precisão as leituras das condições ambientais a que as aves estavam submetidas dentro do ambiente de criação.

Figuras 8 – Posicionamento das miniestações meteorológicas e *Data Loggers* nas gaiolas dos dois galpões durante o período experimental: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2



Fonte: próprio autor.

As leituras dessas variáveis foram registradas a cada 15 minutos ao longo das 24 horas, pois de acordo com Barbosa Filho (2004), essas leituras auxiliam a traçar o perfil climático dos galpões, além de contribuir para o cálculo do índice de conforto térmico.

3.5.2 Velocidade do vento e luminosidade

As medições referentes à velocidade do vento (VV, em $m.s^{-1}$) foram medidas com auxílio de um termo-anemômetro (Figura 9a) da marca Minipa[®], posicionado na altura das aves, permitindo captar as variações dos ventos nos dois galpões.

Os dados referentes à luminosidade (lux) foram obtidos por meio de um Termo-Higro-Anemo-Luxímetro (Figura 9b) da marca Instrutherm[®]. As coletas foram realizadas sempre posicionando o equipamento na altura dos animais para obter uma medição precisa da quantidade de luz (lux) que as aves estavam expostas no interior dos galpões.

Figura 9 – Equipamentos: (a) aparelho utilizado para a medição da velocidade do vento; e (b) aparelho utilizado para a medição da luminosidade



Fonte: próprio autor.

3.6 Variáveis fisiológicas

3.6.1 Temperatura retal

Para medição da temperatura retal (TR, em $^{\circ}C$) foi utilizado um termômetro digital do tipo espeto da marca Minipa[®]. As aves foram imobilizadas e introduziu-se o termômetro na cloaca das aves e esperou-se até a estabilização dos valores.

Para a medição da temperatura retal foram escolhidas de forma aleatória três aves por quadrante a cada turno, assim por turno eram coletadas amostras de temperatura de 54 aves nos dois galpões.

3.6.2 Frequência respiratória

A frequência respiratória (FR, em mov.min^{-1}) foi realizada por meio da observação de um total de 10 aves por quadrante a cada dia, nos dois turnos. A medição seguiu a metodologia descrita por Queiroz (2014), onde se baseia na observação visual dos movimentos torácicos das aves.

Assim, a avaliação foi realizada observando os movimentos respiratórios das aves durante 15 segundos. Os 15 segundos foram contabilizados com o auxílio de um cronometro digital. Após a contagem dos movimentos, multiplicou-se o valor encontrado por quatro para obter a quantidade de movimentos realizados dentro de um minuto.

As observações foram realizadas em cada um dos nove quadrantes de cada galpão.

3.7 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software* Minitab 16. A princípio os dados foram analisados por meio da estatística descritiva básica. Nessa etapa foi analisada a normalidade de distribuição dos dados.

Na análise descritiva básica foram analisados alguns parâmetros, como: o número de observações, a média dos valores, o valor máximo e mínimo, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, amplitude, a simetria e curtose. De acordo com Hines *et al.* (2006) foram considerados normais os dados cujos intervalos dos coeficientes de simetria e curtose apresentaram-se entre a faixa de -3 a 3. Os valores que se mantiveram dentro da distribuição normal foram submetidos à análise de variância (ANOVA), para verificar se havia diferença significativa entre as médias. Caso fosse verificada a existência de diferença estatística entre as médias era realizado o teste de Tukey com um nível de significância de 5%.

Para os valores que não apresentaram normalidade, foi utilizada a média móvel exponencialmente ponderada (MMEP), onde foram gerados gráficos que avaliaram pontualmente os valores coletados. Os gráficos que tivessem no máximo 5% dos pontos fora dos limites inferiores e superiores de controle eram considerados processos estáveis, o que significa que os pontos se encontram dentro do limite de controle.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

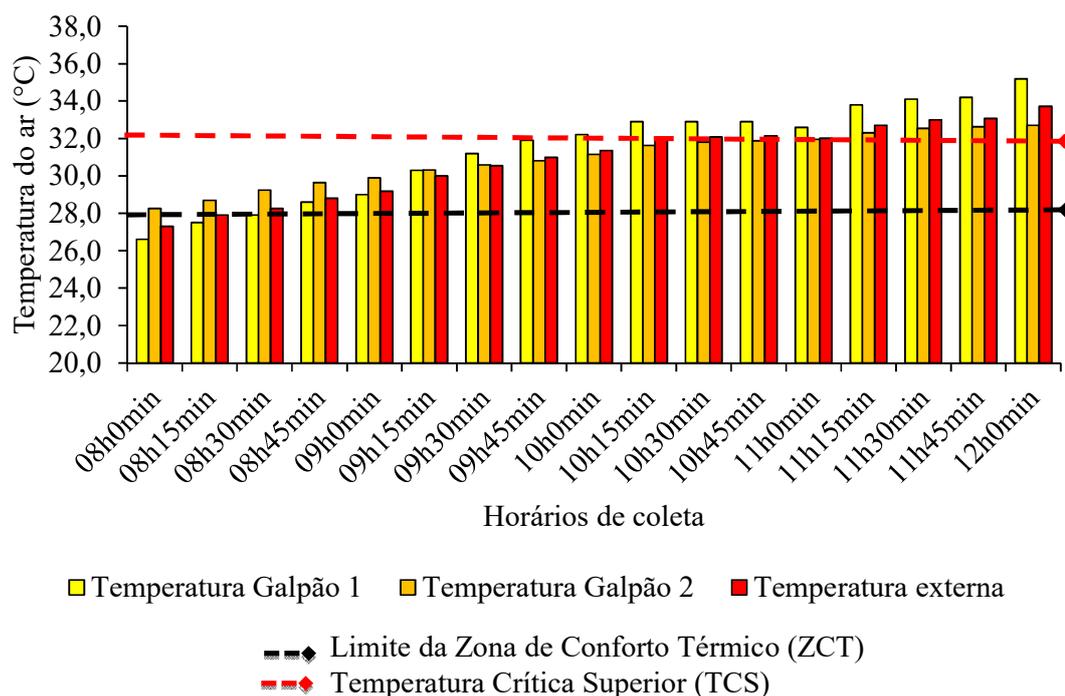
Os resultados de todas as variáveis tanto ambientais como fisiológicas foram discutidas individualmente para que fosse possível identificar as respectivas variações ao longo do período experimental nos dois galpões.

4.1 Variáveis ambientais

4.1.1 Temperatura do ar

A Figura 10 mostra a variação da temperatura do ar no Galpão 1 e no Galpão 2 durante o turno da manhã ao longo de todo período experimental.

Figura 10 – Médias da temperatura do ar (°C) dentro e fora dos galpões, durante as 6 coletas, ao longo do turno da manhã

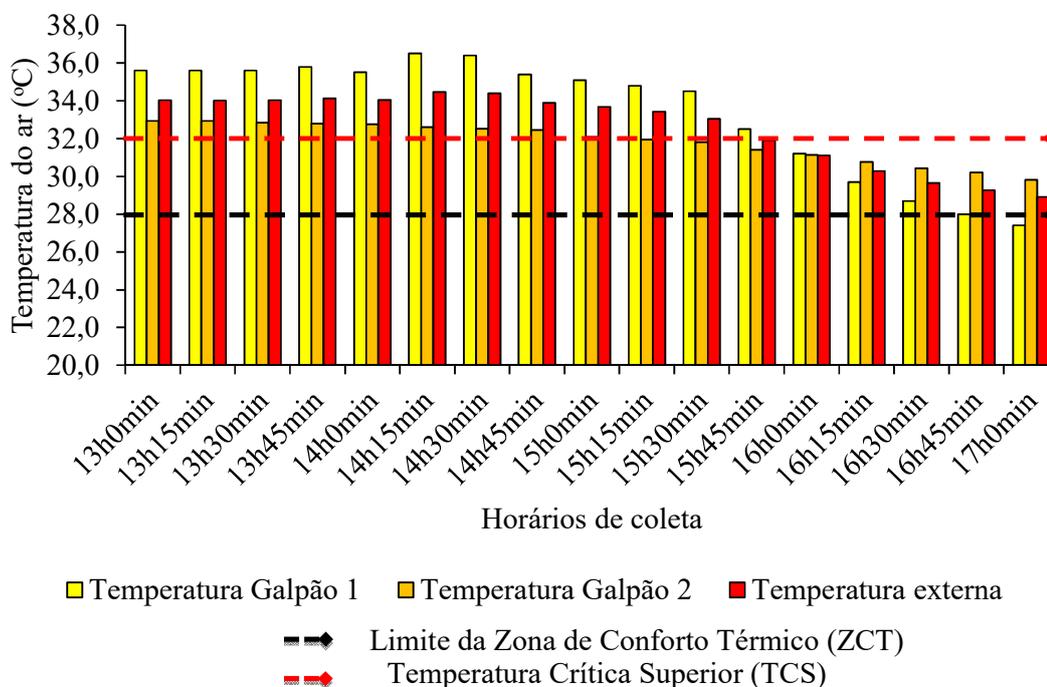


Fonte: próprio autor.

Conforme a Figura 10, a temperatura do ar permaneceu acima de 28°C, o que demonstra que esta variável encontrava-se fora da faixa considerada ideal para aves de postura, que segundo Baêta e Souza (2012) está entre 18 °C a 28 °C em ambos os galpões.

Nas primeiras horas da manhã as temperaturas do Galpão 2 apresentaram-se superiores às do Galpão 1. Entretanto a partir das 9 horas da manhã, as temperaturas em ambos os galpões se elevaram conforme se aproximava dos horários considerados mais críticos do dia, entre 10 e 14 horas. Esse comportamento foi observado também no turno da tarde conforme mostra a Figura 11, onde é possível perceber a permanência da temperatura acima da zona considerada confortável para aves em fase de recria até o horário das 14:30 horas. Após esse horário houve um decréscimo da temperatura em decorrência da aproximação do final do dia.

Figura 11 – Médias da temperatura do ar (°C) dentro e fora dos galpões, durante as 6 coletas, ao longo do turno da tarde



Fonte: próprio autor.

Conforme observado nas Figuras 10 e 11, tanto as temperaturas dos dois galpões como a temperatura externa se encontraram acima da zona de conforto térmico para aves de postura, que é de 28 °C (BAÊTA; SOUZA, 2012). As médias dessas temperaturas permaneceram muito acima da zona considerada crítica para aves de postura, que é de 32 °C segundo Baêta e Souza (2012) e Barbosa Filho (2004).

Oliveira et al. (2014), ao avaliarem o desempenho dos ovos e de galinhas poedeiras em ambiente controlado, observaram que a partir da temperatura ambiente de 32°C,

considerada fora da zona de conforto térmico, as aves apresentaram evidências de estresse térmico, propiciando aumento da ingestão de água, redução no consumo de ração, redução dos valores de percentual de produção e nos parâmetros de qualidade dos ovos.

A elevação da temperatura acima da faixa de conforto térmico pode estar relacionada a fatores inerentes ao ambiente térmico da própria instalação, como cobertura e ventilação natural insuficiente, além das condições relacionadas à própria condição climática da região, que apresenta temperaturas elevadas na maior parte do ano. Como na grande maioria dos sistemas de criação de aves de postura em fase de recria não é utilizado sistema de condicionamento artificial, deve ser levada em consideração a condição climática da região como fator determinante para a escolha dos tipos de materiais a serem utilizados durante a construção de instalações avícolas.

A ausência da climatização artificial faz com que as condições ambientais internas sejam altamente sensíveis às variações diárias na temperatura externa, o que contribui para a ocorrência de altas amplitudes térmicas diárias (SOUZA, 2005). Isso é evidenciado quando se observa a variação da temperatura entre os Galpões 1 e 2 e a temperatura externa, uma vez que a temperatura externa ficou bem próxima a do interior dos galpões.

Quanto às variações de temperatura entre os dois galpões, observa-se uma diferença expressiva, tendo em vista que o Galpão 1 apresentou temperaturas muito superiores as encontradas no Galpão 2 nos horários considerados críticos. Essa diferença pode estar relacionada ao tipo de cobertura que compõe o Galpão 1. Este galpão possui telha do tipo aço galvanizado, diferente da cobertura do Galpão 2 que é de telha de cerâmica. De acordo com Nããs *et al.* (2001), o tipo de cobertura é considerado um dos elementos construtivos mais significativos em uma instalação avícola, visto que, o material pode afetar de maneira significativa a temperatura do ar e consequentemente as superfícies internas, produzindo efeito sobre o conforto dos animais.

Como as instalações estão situadas em regiões tropicais, à incidência de radiação solar direta contribuiu para a elevação da temperatura em ambos os galpões. Esta radiação solar direta, juntamente com o calor produzido pelas aves são as duas principais fontes de calor no interior das instalações intensificando o estresse térmico das aves (VITORASSO; PEREIRA, 2009). Por isso os materiais ideais para cobertura precisam apresentar alta refletividade solar e alta emissividade térmica na superfície superior e baixa refletividade solar e baixa emissividade térmica na superfície inferior (ABREU *et al.*, 2001).

O tipo de telha que compõe o Galpão 1 possui condutividade térmica segundo Baêta e Souza (2012), de 39,60 kcal/m.h.°C, enquanto que a telha que compõe o Galpão 2

possui condutividade térmica de 10,00 kcal/(m.h.°C), ou seja, o Galpão 1 possui capacidade de condução do calor absorvido maior do que o Galpão 2, embora ambos os galpões tivessem expostos a mesma condição climática.

Em experimento realizado por Sampaio, Cardoso e Souza (2011), onde analisaram as temperaturas superficiais de telhas de barro, fibrocimento e aço zincado e sua relação com o ambiente térmico, concluíram que as telhas de barro e fibrocimento apresentaram melhor eficiência na interceptação de energia solar, sendo indicadas como coberturas para instalações zootécnicas, enquanto que as telhas de aço zincado apresentaram o pior desempenho térmico, contribuindo para o aumento da temperatura no interior das instalações.

Outro fator importante a ser destacado é a altura do pé-direito da instalação. Conforme descrito anteriormente, o Galpão 1 apresentava pé-direito de 2,80 metros, que de acordo com Souza *et al.* (2001) é inadequada para um galpão com uma largura de 12 metros. O ideal é que este galpão possuísse uma altura de pé-direito de 3,50 metros. De acordo com Baêta e Souza (2012), a altura do pé-direito possui influência direta sobre a quantidade de radiação solar que poderá atingir o interior do galpão, pois a radiação que incide sobre a cobertura influenciará nas trocas de calor por radiação entre o animal e a cobertura e entre o animal e o meio externo. Por isso, em regiões de clima quente uma instalação com pé-direito alto favorece o melhor acondicionamento térmico no interior dos galpões, proporcionando mais conforto térmico aos animais.

Além da análise comparativa entre as médias de temperatura do ar nos dois galpões, foi possível fazer uma análise comparativa da temperatura entre os quadrantes dos dois galpões, conforme a divisão exposta na tabela 1.

Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva básica, para que com base nela, fosse possível fazer uma análise detalhada das médias obtidas em cada quadrante de cada galpão e observar as variações da temperatura durante o período experimental. A Tabela 1 mostra as médias das temperaturas de acordo com a análise feita por quadrante nos dois galpões.

Tabela 1 – Médias das temperaturas do ar (°C) do Galpão 1 e do Galpão 2, nos turnos da manhã e tarde, de acordo com a divisão dos quadrantes

Avaliações	A-Esquerdo	A-Centro	A-Direito
	Manhã		
TG1	30,5 Aa	30,6 Aa	31,5 Ab
TG2	30,4 Aa	31,2 Aa	31,2 Aa
Texterna	30,9 A	30,9 A	30,9 A
Avaliações	Tarde		
TG1	31,3 Aa	31,1 Aa	31,9 Aa
TG2	31,8 Aa	31,7 Aa	31,7 Aa
Texterna	32,6 B	32,6 B	32,6 A
Avaliações	B-Esquerdo	B-Centro	B-Direito
	Manhã		
TG1	30,9 Aa	31,2 Aa	31,5 Aa
TG2	30,4 Aa	30,8 Aa	31,1 Aa
Texterna	30,9 A	30,9 A	30,9 A
Avaliações	Tarde		
TG1	32,0 Aa	32,1 Aa	32,6 Aa
TG2	32,4 Aa	32,5 Aa	31,3 Bb
Texterna	32,6 A	32,6 A	32,9 A
Avaliações	C-Esquerdo	C-Centro	C-Direito
	Manhã		
TG1	31,0 Aa	31,5 Aa	32,6 Ab
TG2	31,2 Aa	31,0 Aa	31,2 Ba
Texterna	30,9 A	30,9 A	30,9 B
Avaliações	Tarde		
TG1	32,1 Aa	32,6 Aa	33,2 Ab
TG2	31,6 Aa	32,0 Aa	31,6 Ba
Texterna	32,6 A	32,6 A	32,6 B

As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Fonte: próprio autor.

De acordo com o teste de médias descrito na Tabela 1, todos os quadrantes apresentaram temperaturas acima da considerada ideal para aves em fase de recria (28 °C). Em ambos os galpões as temperaturas apresentaram-se superiores a temperatura crítica superior que é de 32 °C, segundo Baêta e Souza (2012) e Barbosa Filho (2004). Esse comportamento é observado principalmente nos quadrantes denominados: A-Esquerdo, B-Esquerdo e C-Esquerdo onde o sol incidia nas primeiras horas da manhã e nos quadrantes: A-Direito, B-Direito e C-Direito onde o sol incidia na parte interna dos galpões no final da tarde. Essa incidência de raios solares dentro dos galpões, principalmente nas extremidades, se deve ao fato de ambos os galpões serem abertos, visto que, a orientação dos galpões encontrava-se no sentido (leste-oeste) recomendado. Essa incidência solar dentro das instalações nessas extremidades pode está relacionada à largura do beiral, pois em ambos os galpões a largura

dos beirais encontram-se inferiores aos recomendados por Paula et al. (2012), que é de 1,2 a 2,5 metros para regiões de clima quente, o galpão 1 apresentava beiral de 0,60 metros e o galpão 2 beiral de 1,0 metro. Ainda segundo este autor, os beirais precisam dispor de dessa largura para proteger as aves contra a incidência de radiação solar direta dentro das instalações.

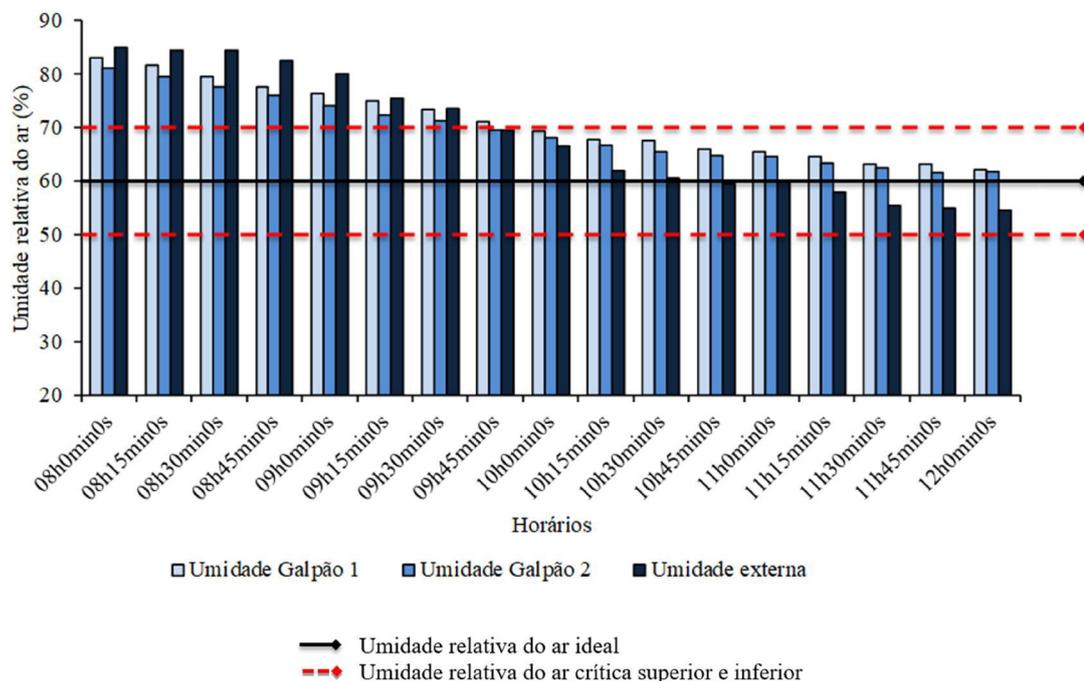
Foi possível observar, principalmente, que foram poucas as avaliações em que as médias de temperatura do ar entre os Galpões 1 e 2 diferiram. A diferença estatística entre as médias de temperatura só ocorreu do lado direito dos galpões, no centro das instalações no turno da tarde e na parte traseira no turno da manhã e tarde. Isto se deve, principalmente, a incidência do sol nestes quadrantes no turno da tarde. O lado direito dos galpões foram os que apresentaram maiores médias de temperatura do ar, podendo ser considerados os mais desagradáveis termicamente para as aves.

Segundo Castilho *et al.* (2015), na faixa de temperatura de conforto (18°C a 28°C) os animais matam a produção de calor a um nível normal, com um metabolismo baixo. Temperaturas elevadas, como as observadas no presente experimento (28°C a 32°C), prejudicam o desempenho interferindo diretamente no conforto térmico das aves influenciando nos aspectos produtivos.

4.1.2 Umidade relativa do ar

A Figura 12 mostra as variações da umidade relativa do ar nos dois galpões durante todo período experimental ao longo da manhã.

Figura 12 – Médias da umidade relativa do ar (%) dentro e fora dos galpões, durante as 6 coletas, ao longo do turno da manhã



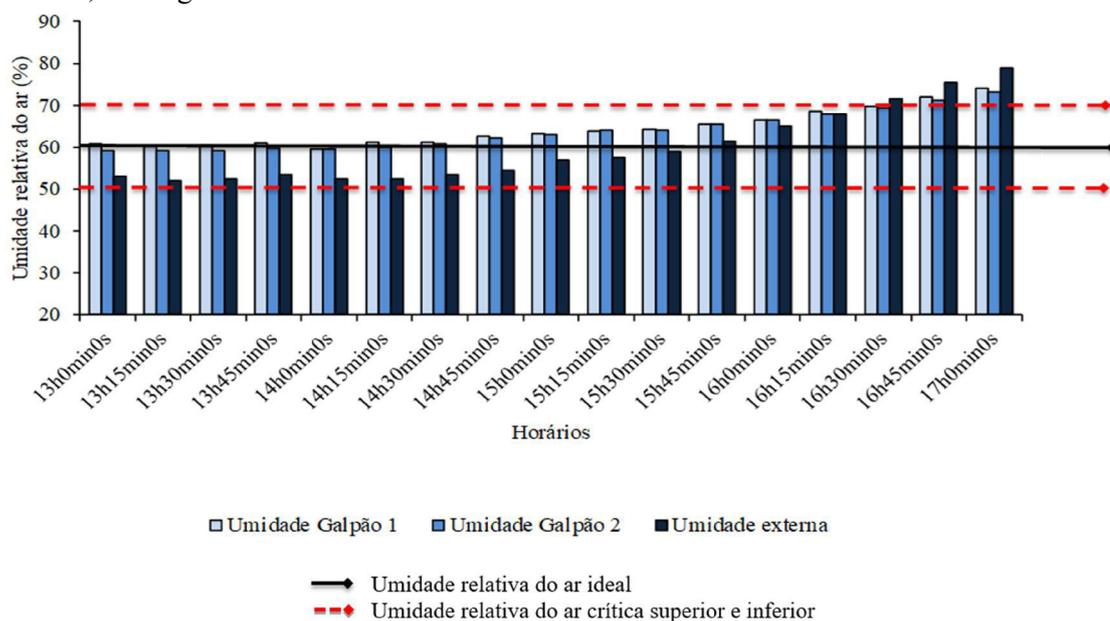
Fonte: próprio autor.

Conforme observado na Figura 12, a umidade relativa do ar permaneceu dentro da faixa de conforto térmico desejado para aves de postura em fase de recria nos horários críticos da manhã, que de acordo com Tinoco (2001), é de 50 a 70%. Ainda de acordo com este autor, acima de 70% é caracterizado como zona de extremo desconforto para as aves. No caso das aves, a troca por evaporação ocorre na forma da ofegação, uma vez que a ausência de glândulas sudoríparas impossibilita a sudação (CASTILHO *et al.*, 2015). Então, a umidade próxima da saturação impede que as trocas de calor não sejam eficientes causando assim desconforto térmico.

Ainda sobre a Figura 12 foi possível observar um decréscimo da umidade relativa do ar a partir das 10 horas da manhã, esse fato ocorreu em decorrência do início do período de elevadas temperaturas do dia, que fazem com que o ar permanecesse mais seco.

Na Figura 13 é possível observar o gráfico que retrata as médias da umidade relativa do ar no turno da tarde, durante o período experimental.

Figura 13 – Médias da umidade relativa do ar (%) dentro e fora dos galpões, durante as 6 coletas, ao longo do turno da tarde



Fonte: próprio autor.

Na Figura 13 foi possível observar que a umidade relativa do ar se manteve dentro da faixa de conforto, que é de 50 a 70% Tinoco (2001), no turno da tarde. Somente no início da manhã e final da tarde foi possível observar que a umidade relativa do ar esteve em uma faixa fora do conforto para aves de postura. Esses valores de umidade relativa do ar fora da faixa de conforto nesses períodos podem estar relacionados à incidência de chuvas durante a madrugada e no período da manhã devido à região encontrar-se no período experimental na quadra chuvosa da região. Segundo relatório da quadra chuvosa feito pela FUNCEME no ano de 2015, as chuvas tiveram variações de 0.1 a 15.0 mm durante os meses referentes ao período experimental no estado do Ceará.

De acordo com Coelho *et al.* (2015), a umidade relativa do ar exerce grande influência no bem-estar e na produtividade do animal, principalmente se muito baixa (<40%), causando diversas doenças no aparelho respiratório aumentando a concentração de poeira favorecendo a disseminação de vírus e bactérias. Ainda segundo estes autores quando a umidade está elevada causa problemas como o aumento de fezes aquosas, aumentando a concentração de gases e odores dentro dos galpões e associada a altas temperaturas do ar, dificulta a dissipação de calor corporal por processos evaporativos.

Para situações onde a temperatura está muito elevada, como nos casos das médias de temperaturas do ar registradas nos dois galpões do presente experimento, o principal meio

de dissipação de calor das aves passa a ser a evaporação, que depende diretamente da umidade relativa do ar. Segundo Oliveira *et al.* (2006), a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar, quanto mais elevada a umidade estiver, mais dificuldade as aves tem de remover o calor pelas vias aéreas o que leva ao aumento da frequência respiratória.

Com a divisão dos galpões em nove quadrantes foi possível observar a variação da umidade relativa do ar dentro dos mesmos, assim, observar quais quadrantes estavam dentro da faixa de conforto térmico desejada para aves de postura durante o período experimental. A Tabela 2 mostra a variação da umidade relativa do ar nos diferentes quadrantes, nos dois galpões avaliados.

Tabela 2 – Médias de umidade relativa do ar (%) do Galpão 1 e do Galpão 2, nos turnos da manhã e tarde, de acordo com a divisão dos quadrantes

Avaliações	A-Esquerdo	A-Centro	A-Direito
	Manhã		
URG1	75 Aa	72 Aab	68 Ab
URG2	70 Aa	70 Aab	65 Ab
URexterna	69 A	69 A	69 A
Tarde			
URG1	68 Aa	66 Aab	64 Ab
URG2	63 ABa	63 Aa	66 ABa
URexterna	60 B	60 B	60 B
Avaliações	B-Esquerdo	B-Centro	B-Direito
	Manhã		
URG1	72 Aa	69 Aa	70 Aa
URG2	71 Aa	74 Aa	69 Aa
URexterna	69 A	69 A	69 A
Tarde			
URG1	65 Aa	64 ABa	64 Aa
URG2	62 Aa	65 Ab	65 Ab
URexterna	60 A	60 B	60 A
Avaliações	C-Esquerdo	C-Centro	C-Direito
	Manhã		
URG1	72 Aa	70 Aa	70 Aa
URG2	68 Aa	70 Aa	68 Aa
URexterna	69 A	69 A	69 A
Tarde			
URG1	64 Aa	62 Aa	62 Aa
URG2	64 Aa	63 Aa	63 Aa
URexterna	60 A	60 A	60 A

As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Fonte: próprio autor.

De acordo com os resultados expostos na Tabela 2, pode-se verificar que em nenhuma avaliação das médias de umidade relativa do ar os galpões diferiram estatisticamente entre si. Ou seja, as médias de umidade relativa do ar nos dois galpões não tiveram grandes diferenças, a ponto de serem apontadas nos testes estatísticos.

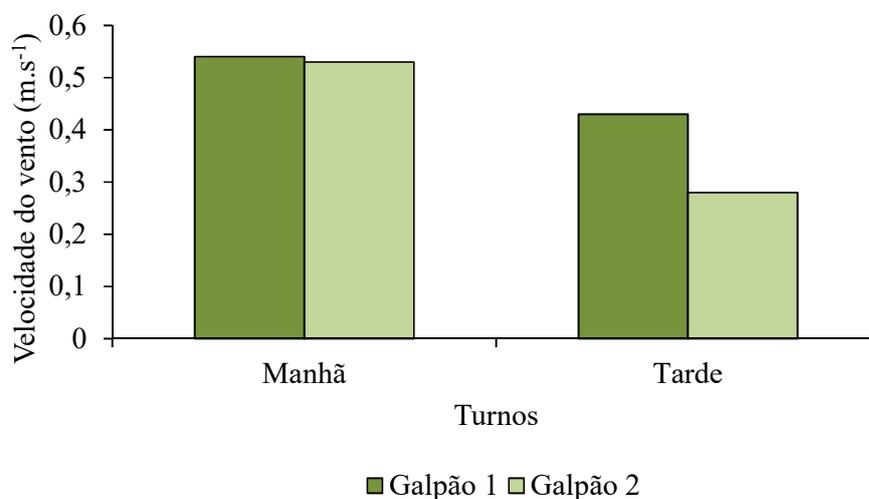
Ainda segundo os dados da Tabela 2, foi possível verificar que nem sempre a umidade do ambiente externo diferiu do interno e muitas vezes as médias foram consideradas iguais estatisticamente. As médias da umidade relativa do ar só diferiram em algumas avaliações no turno da tarde. Isto demonstra que o interior dos galpões não está retendo e acumulando umidade, que pode ser danosa as trocas térmicas das aves, através da respiração.

A umidade relativa do ar no interior dos galpões pode ser influenciada pela velocidade do vento, que ajuda a promover a circulação do ar dentro das instalações. Porém, a umidade no interior das instalações também pode ser influenciada por outros fatores. De acordo com Barbosa Filho (2004), em experimento realizado comparando dois tipos de sistemas de criação: o sistema de criação convencional e o sistema de criação em cama, ninho e poleiro, submetendo as aves a duas condições ambientais (condição de conforto e condição de estresse), observou que em ambos os tratamentos a umidade relativa do ar apresentou variações que estavam ligadas tanto ao volume de excretas produzidas pelas aves quanto ao aumento da perda de calor por evaporação (ofegação).

4.1.3 Velocidade do vento

A velocidade do vento é uma das variáveis ambientais de fundamental importância para a determinação das trocas térmicas por convecção e evaporação, influenciando diretamente no conforto térmico das aves. A Figura 14 mostra as médias da velocidade do vento de acordo com a divisão dos quadrantes.

Figura 14 – Médias da velocidade do vento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde



Fonte: próprio autor.

Como os galpões foram divididos em quadrantes e cada quadrante foi dividido em 9 partes, foi possível obter uma média geral da velocidade do vento nos 9 quadrantes. Na Figura 14 é possível observar que a velocidade do vento apresentou uma mínima variação em ambos os galpões no turno da manhã, diferente da situação encontrada no turno da tarde, onde essa variação foi maior. Essa ocorrência maior de ventilação no Galpão 1 pode estar relacionada a presença de árvores ao redor do galpão. De acordo com Baêta e Souza (2012), árvores vão atuar como quebra ventos, ou seja, barreiras que servem tanto para proteger os animais contra as fortes correntes de ar, como para fornecer sombreamento parcial ou para direcionar as correntes de ar para dentro das instalações em regiões de climas quentes, proporcionando as trocas convectivas entre os animais e o ambiente.

De acordo com Nääs (1989), ventos com velocidades inferiores a $0,2 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ próximo aos animais, produzem efeito benéfico no seu bem-estar, entretanto, acima deste valor, os efeitos podem ser prejudiciais a saúde e provocar doenças pulmonares.

Vieira (2015) comparando dois tipos de instalações: aberta com ventilação natural e fechada com sistema de ventilação por pressão negativa em modo túnel e resfriados através de placas evaporativas, observou que as instalações abertas com ventilação natural apresentaram uma maior ocorrência de amplitude térmica, nos quais as temperaturas atingiram 33°C nas horas mais quentes do dia, valores esses semelhantes aos encontrados no presente experimento.

Vitorasso e Pereira (2009), avaliando aviários de poedeiras no município de Bastos São Paulo, não observaram concentrações de amônia significativas na altura das gaiolas em galpões com ventilação natural. Esses resultados indicam que as tipologias de aviários abertos, com ventilação natural, não proporcionam ambientes com concentrações perigosas de gases nocivos a saúde das aves e dos trabalhadores.

A Tabela 3 contém os valores do teste de médias referente à velocidade do vento nos respectivos quadrantes A, B e C, durante o período experimental.

Tabela 3 – Médias da velocidade do vento ($m.s^{-1}$) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde

Avaliações	A-Início	
	Galpão 1	Galpão 2
A- Manhã	0,76	0,53
A- Tarde	0,72	0,38
Avaliações	B-Centro	
	Galpão 1	Galpão 2
B- Manhã	0,47 Aa	0,56 Aa
B- Tarde	0,28 Aa	0,20 Ab
Avaliações	C-Final	
	Galpão 1	Galpão 2
C- Manhã	0,42 Aa	0,49 Aa
C- Tarde	0,24 Aa	0,25 Ab

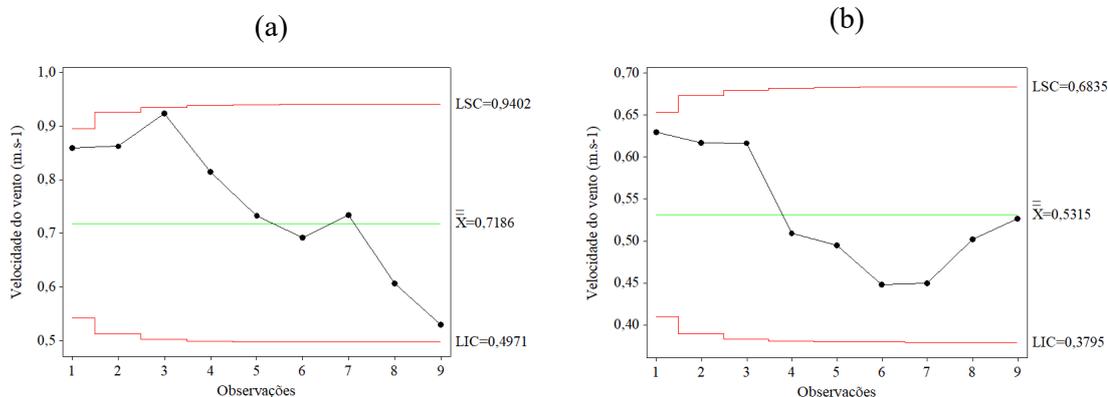
As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 5\%$).

Fonte: próprio autor.

Conforme observado na Tabela 3, os galpões são iguais estatisticamente em relação à velocidade do vento nos turnos da manhã e da tarde. A velocidade do vento entre o Galpão 1 não diferiu da velocidade do vento no Galpão 2, a 5% de significância.

O quadrante A-Início não apresentou normalidade de distribuição dos dados. De acordo com Faria *et al.* (2008), a alta variabilidade da velocidade do vento se deve ao fato de que o vento é caracterizado por mudar sua magnitude e direção constantemente, com variações de até 100% na média da magnitude num intervalo de cinco minutos. Por isso, foi feito o gráfico da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP). A Figura 15 apresenta os resultados dessa média no turno da manhã.

Figura 15 – Média móvel exponencialmente ponderada para a velocidade do vento, durante o turno da manhã, no quadrante A-Início: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2



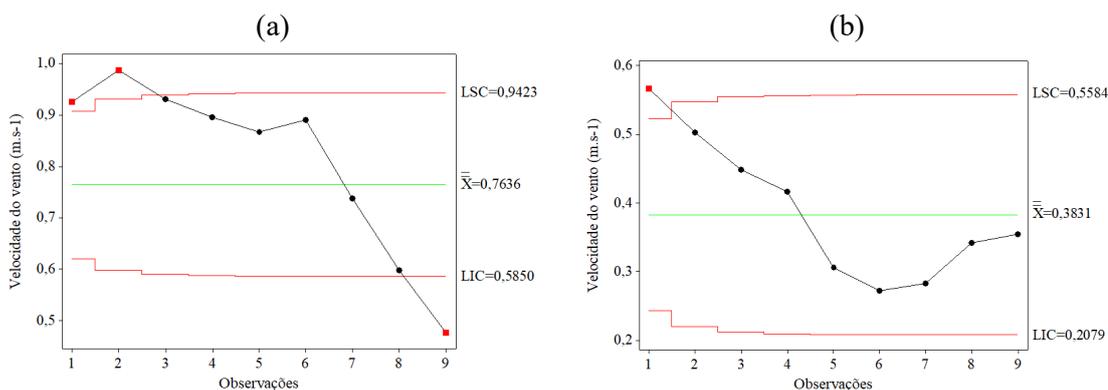
LC- Linha Central, LSC- Limite Superior de Controle e LIC- Limite Inferior de Controle

Fonte: próprio autor.

Conforme observado nos gráficos a e b, todas as observações encontram-se dentro dos limites (LSC e LIC), indicando que os processos da medição da velocidade do vento durante o turno da manhã apresentaram estabilidade (CAMPOS, 2007; BARROS, 2008).

Na Figura 16 estão os gráficos referentes a média móvel exponencialmente ponderada da velocidade do vento no turno da tarde.

Figura 16 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a velocidade do vento, durante o turno da tarde, no quadrante A-Início: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2



LC- Linha Central, LSC- Limite Superior de Controle e LIC- Limite Inferior de Controle

Fonte: próprio autor.

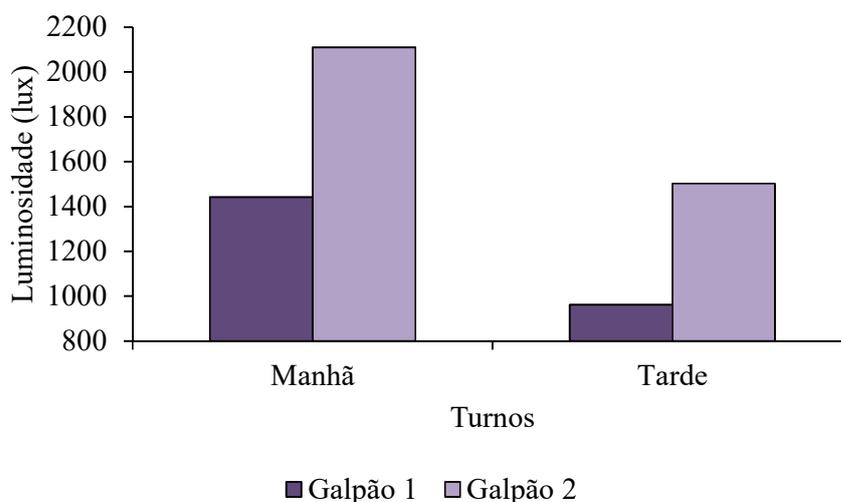
Campos (2007) e Barros (2008) consideram que se até 95% dos pontos estiverem dentro dos limites de controle o processo apresenta estabilidade. Para que o processo

apresente estabilidade e confiabilidade, as médias que não apresentam normalidade precisam possuir 95% entre os limites inferior e superior. Os gráficos (a) e (b) da figura 16 apresentaram pontos que contabilizam uma soma de mais de 95% dos pontos fora dos limites de controle superior e inferior. Segundo a afirmação desses autores, nesta pesquisa nenhuma observação poderia estar fora dos limites. Entretanto, como a variável velocidade do vento apresenta muitas variações ao longo do dia, e também ao longo do ano, fato esse que explica a instabilidade do processo nesse quadrante.

4.1.4 Luminosidade

A incidência de luz é fator determinante em diversas funções fisiológicas em animais, principalmente para aves de postura, onde a intensidade de luz influenciará diretamente na maturidade sexual e na postura de ovos. A Figura 17 mostra as médias da luminosidade presentes nos Galpões 1 e 2.

Figura 22 – Médias da luminosidade (lux) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde



Fonte: próprio autor.

De acordo com a Figura 17, a incidência de luminosidade no Galpão 2 foi superior ao Galpão 1. Essa maior incidência de luminosidade no Galpão 2 se deve ao fato de não haver nenhuma barreira que impedisse a incidência de luminosidade dentro do galpão. Diferentemente da situação encontrada no Galpão 1, que possuía barreiras (árvores) que

circundavam o galpão, impedindo de certa forma, que a luz solar incidisse de forma direta no interior do galpão.

Em relação à intensidade luminosa (iluminância), a quantidade recomendada por Boni e Paes (1999), é uma quantidade que varia de 8 a 12 lux ao nível das aves. Valores muito superiores foram encontrados na presente pesquisa, entretanto, conforme recomendado pelo manual da linhagem Dekalb White, a quantidade de lux não deve ultrapassar o período natural do dia, visto que a linhagem apresenta maturidade sexual precoce e a inclusão de programas de iluminação poderia interferir ainda mais na precocidade, no desempenho e no tamanho dos ovos dessas aves na fase de produção (COMMERCIAL MANAGEMENT GUIDE DEKALB WHITE, 2015). Ainda segundo o manual da linhagem, a quantidade de lux, ou seja, a quantidade de fluxos luminosos adequadas para a fase de recria varia de 5 a 20 lux.

Apesar de encontrar valores muitos superiores aos recomendados pelo manual da raça, Padovan (2011), afirma que essa alta incidência de luminosidade não influencia a maturidade sexual das aves na fase de produção devido a pouca sensibilidade apresentada pelas aves criadas em regiões onde há predominância de altas temperaturas na maior parte do ano.

Já para a fase de produção de acordo com Freitas *et al.* (2010), um programa de iluminação baseado somente na iluminação natural, diminuiu o consumo de energia elétrica, entretanto reduziu a produção de ovos, sendo esse tipo de programa de iluminação natural recomendado apenas para aves de postura em fase de recria.

Em relação à intensidade luminosa (iluminância), conforme já descrito, os valores encontrados foram muito superiores aos recomendados pelo manual da Dekalb White (5 a 20 lux). Entretanto de acordo com Boni e Paes (1999), a intensidade luminosa não influencia na maturidade sexual precoce, e sim na uniformidade da maturidade sexual e no aumento da sensibilidade orgânica em responder aos estímulos luminosos. Conforme observado por Yldiz *et al.* (2006), intensidades luminosas entre 35 e 55 lux melhoraram a produção e a qualidade dos ovos, indicando possivelmente que a intensidade luminosa possui influência direta na fase de produção. Gongruttananun e Guntapa (2012), afirmam que alterações na cor, na intensidade luminosa e a duração da iluminação podem influenciar nos índices de desempenho, de qualidade dos ovos e no comportamento das aves na fase de produção, ou seja, possivelmente essa intensidade luminosa não afeta nos aspectos reprodutivos na fase de recria.

Entretanto, de acordo com Blatchford *et al.* (2012), altas intensidades luminosas tendem a estimular a atividade locomotora das aves, influenciando no desempenho produtivo

devido ao estímulo do consumo de ração. Embora a intensidade luminosa esteja relacionada ao consumo de ração, possivelmente esta intensidade luminosa não tenha influenciado o consumo de ração das aves do presente experimento, visto que um aumento no consumo poderia influenciar na saída do lote para a fase de produção e pelo que consta nos registros na granja avícola, essas aves foram dimensionadas para as instalações de produção assim que atingiram a décima quinta semana.

A Tabela 4 mostra as médias de luminosidade nos Galpões 1 e 2 nos turnos da manhã e da tarde.

Tabela 4 – Médias da luminosidade (lux) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde

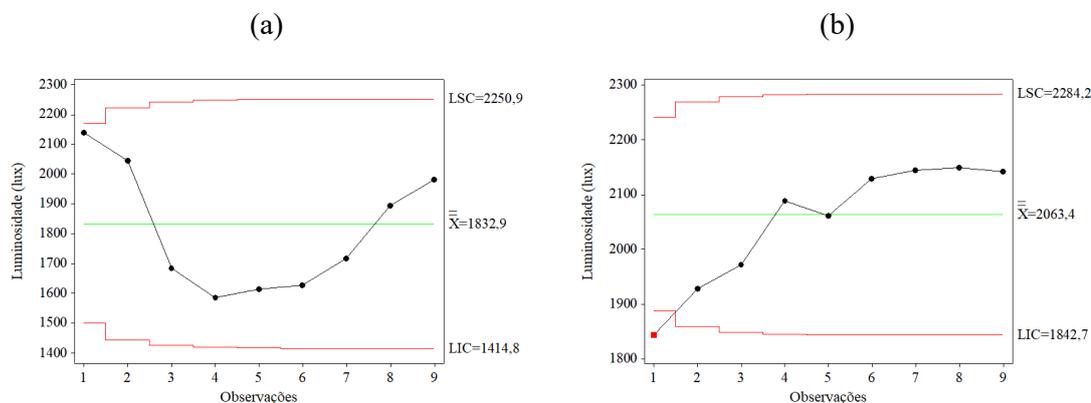
Avaliações	A-Início	
	Galpão 1	Galpão 2
A- Manhã	1833	2063
A- Tarde	1030	1524
Avaliações	B-Centro	
	Galpão 1	Galpão 2
B- Manhã	1464 Aa	2173 Ba
B- Tarde	993 Ab	1539 Bb
Avaliações	C-Final	
	Galpão 1	Galpão 2
C- Manhã	1833	2063
C- Tarde	1057	1524

As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: próprio autor.

De acordo com a Tabela 4 é possível observar que houve diferença significativa entre os valores de luminosidade dos galpões principalmente entre os turnos manhã e tarde. O turno da manhã apresentou uma maior incidência de luminosidade do que o turno da tarde. Todas as comparações de médias diferiram estatisticamente entre si. Como as médias não apresentaram normalidade de distribuição nas partes A-Início e C-Final, os dados foram submetidos à média móvel exponencialmente (MMEP), com o intuito de observar se o processo apresenta estabilidade. A MMEP é utilizada para os casos onde a distribuição das médias não apresenta normalidade fazendo-se necessário, avaliar a confiabilidade das médias analisadas por meio dos gráficos gerados (ALBIERO *et al.*, 2012). A Figura 18 apresenta o gráfico referente à luminosidade no quadrante A no turno da manhã.

Figura 18 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a luminosidade, durante o turno da manhã, no quadrante A- Início: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2

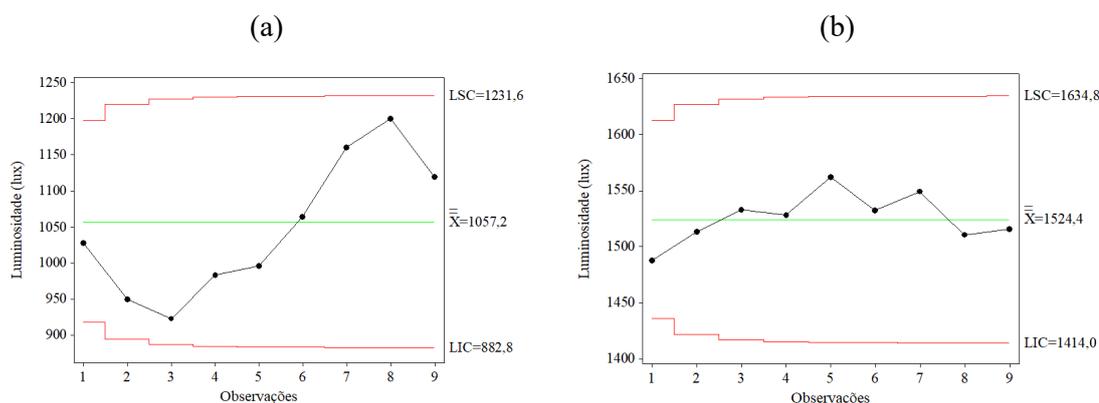


LC- Linha Central, LSC- Limite Superior de Controle e LIC- Limite Inferior de Controle

Fonte: próprio autor.

Conforme observado o Galpão 2 apresentou observação fora dos limites indicando um processo de distribuição instável, ou seja, mais de 95% das observações estavam fora dos limites de controle superior e inferior, indicando que esta instabilidade pode está relacionada a variação climática da região, principalmente devido a falta de barreiras que impedissem a incidência solar ao redor do galpão 2. A Figura 19 apresenta o gráfico referente à luminosidade no quadrante A no turno da tarde.

Figura 19 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a luminosidade, durante o turno da tarde, no quadrante A- Início: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2

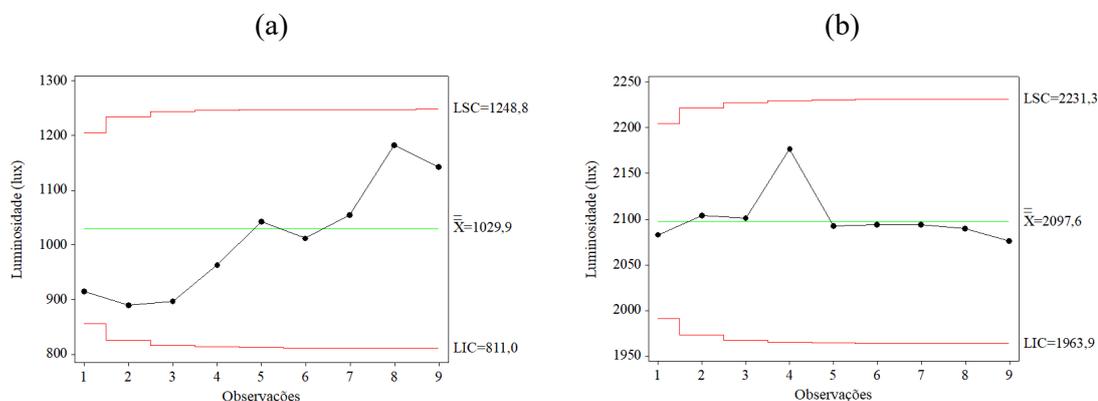


LC- Linha Central, LSC- Limite Superior de Controle e LIC- Limite Inferior de Controle

Fonte: próprio autor.

As Figuras 20 e 21 apresentam os gráficos referentes à luminosidade no quadrante C nos turnos da manhã e da tarde, respectivamente.

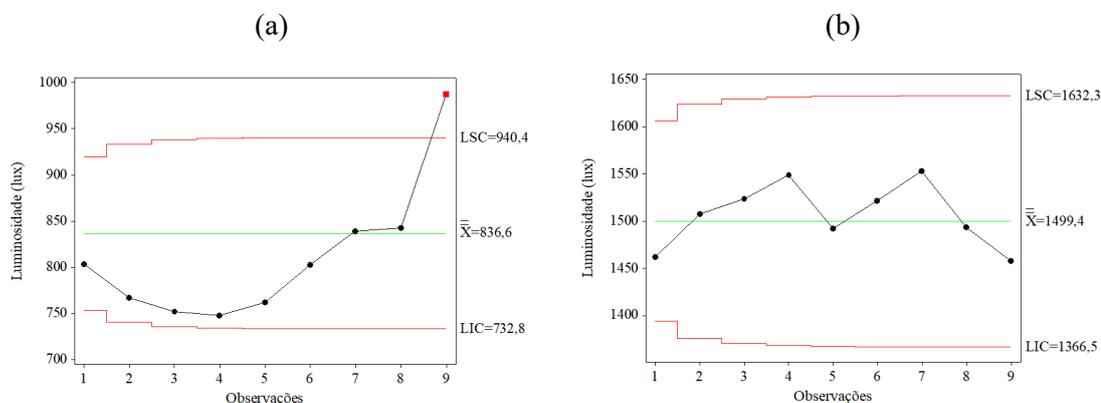
Figura 20 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a luminosidade, durante o turno da manhã, no quadrante C-Final: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2



LC- Linha Central, LSC- Limite Superior de Controle e LIC- Limite Inferior de Controle

Fonte: próprio autor.

Figura 21 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada para a luminosidade, durante o turno da tarde, no quadrante C-Final: (a) Galpão 1; e (b) Galpão 2



LC- Linha Central, LSC- Limite Superior de Controle e LIC- Limite Inferior de Controle

Fonte: próprio autor.

Conforme observado nos gráficos, apenas o gráfico da figura 21 (a) apresentou instabilidade no processo. Essa variação apenas no galpão 1, pode está relacionada a distância existente entre os dois galpões (7 km), indicando possivelmente, que no local onde encontrava-se o galpão 2 havia uma presença maior de nebulosidade. Os demais gráficos

permaneceram dentro dos limites superior e inferior de controle, assim o processo apresenta estabilidade, indicando a confiabilidade das amostras coletadas segundo Campos (2007) e Barros (2008).

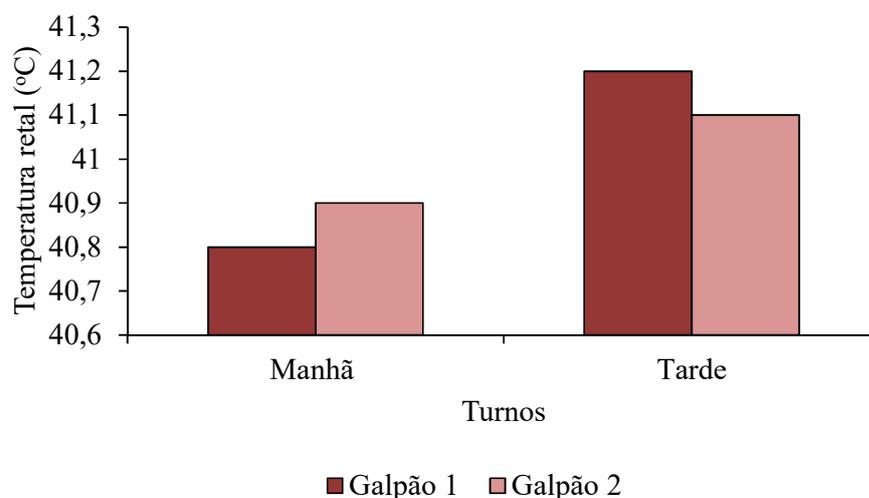
4.2 Variáveis fisiológicas

4.2.1 Temperatura retal

A temperatura retal foi um das variáveis fisiológicas utilizadas para avaliar a condição de conforto a que as aves estavam submetidas dentro dos galpões. Este índice é utilizado para aferir a temperatura do centro corporal das aves (VIEIRA, 2015), e um índice utilizado por possuir uma temperatura mais constante (SILVA, 2001).

A Figura 22 mostra as médias da temperatura retal nos dois galpões.

Figura 22 – Médias da temperatura retal (°C) em poedeiras na fase de recria, nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde



Fonte: próprio autor.

Foi possível observar, de acordo com a Figura 22, que as médias da temperatura retal no turno da manhã foram menores e não ultrapassaram o valor de 41,1 °C, que é a temperatura proposta por Macari e Furlan (2001) como sendo o limite inferior da condição de estresse térmico. Ou seja, durante o turno da manhã as aves não se encontravam em situação de estresse térmico em nenhum dos galpões avaliados. No turno da tarde, como esperado, as

médias da temperatura retal se elevaram, indicando que a elevação da temperatura ambiental causou efeito sobre os animais. Entretanto, apesar

Na Tabela 5 estão as médias da temperatura retal nos dois galpões, de acordo com a divisão dos galpões em quadrantes.

Tabela 5 – Médias da temperatura retal (°C) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde

Avaliações	A-Início	
	Galpão 1	Galpão 2
A- Manhã	40,9 Aa	41,0 Aa
A- Tarde	41,1 Ab	41,1 Aa
Avaliações	B-Centro	
	Galpão 1	Galpão 2
B- Manhã	40,8 Aa	40,9 Aa
B- Tarde	41,2 Ab	41,1 Ab
Avaliações	C-Final	
	Galpão 1	Galpão 2
C- Manhã	40,8 Aa	41,0 Aa
C- Tarde	41,2 Ab	41,1 Aa

As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Fonte: próprio autor.

Na Tabela 5 pode-se notar que os valores das médias de temperatura retal entre os galpões não tiveram diferença estatística, a 5% de significância.

Porém, é interessante notar que no turno da tarde, as médias de temperatura retal se elevaram e algumas médias do Galpão 1 ultrapassaram o valor de 41,1 °C, demonstrando que as aves se encontraram em estresse térmico neste ambiente. Castilho *et al.* (2015) afirmam que a redução da área de gaiola por ave, assim como da área de comedouro e bebedouro, ou seja, a alta densidade de alojamento pode causar efeito negativo no bem-estar das aves, e conseqüentemente na produção de ovos. Estes autores ainda ressaltam que esse ambiente para a produção e o bem-estar, pode não ser compatível com as necessidades fisiológicas das aves, gerando com isto, uma susceptibilidade a diferentes tipos de estresses. Um fator que pode explicar a elevada média de temperatura retal no Galpão 1 é o menor espaço que aves tinham dentro das gaiolas, que fazia com que elas estivessem mais adensadas.

No Galpão 2 a temperatura retal só diferiu estatisticamente ($p>0,05$) entre os turnos na parte central do galpão. A média da temperatura retal se elevou em comparação com o turno da manhã, porém as aves não ficaram em uma condição de estresse mesmo com os elevados valores das variáveis ambientais, indicando que as mesmas conseguiram manter a

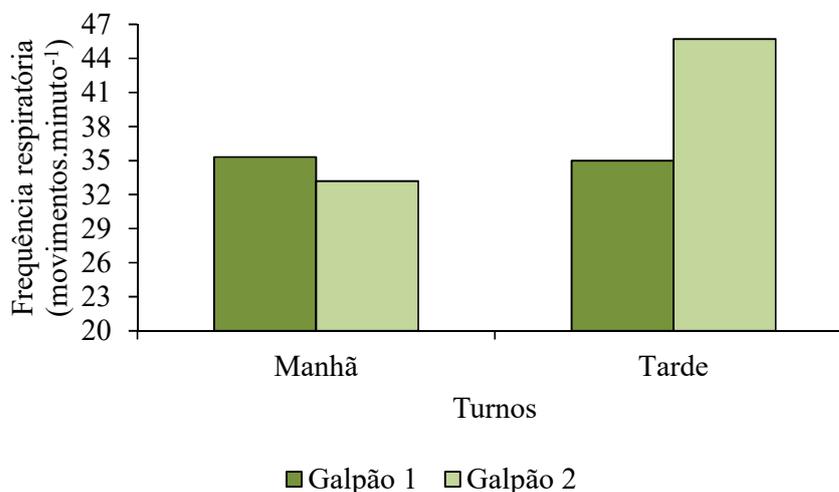
homeotermia. Já Marchini *et al.* (2007) explicaram o aumento da temperatura retal como sendo uma insuficiência dos mecanismos de dissipação de calor das aves em atingir uma temperatura corporal normal.

Garcia *et al.* (2015) encontraram em experimento com gaiolas convencionais de poedeiras, com 8 aves/gaiola uma média de temperatura retal de 41,56°C e frequência respiratória de 36,99 movimentos/minutos. As médias da TR encontrada por estes autores foi semelhantes às encontradas nesta pesquisa. Já Ribeiro *et al.* (2007) avaliando poedeiras leves, na fase de 12 a 18 semanas, encontrou média de temperatura retal de 41,9°C, em condições de temperatura de 20°C a 26°C.

4.2.2 Frequência respiratória

A frequência respiratória (FR) foi medida nos dois galpões, em todos os quadrantes e nos dois turnos. A Figura 23 mostra o gráfico das médias da variável fisiológica frequência respiratória durante o experimento.

Figura 23 – Médias da frequência respiratória (movimentos.minuto⁻¹) em poedeiras na fase de recria, nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde



Fonte: próprio autor.

A Figura 23 mostra que as médias de frequência respiratória no Galpão 1 foram semelhantes no turno da manhã e da tarde. É possível observar ainda que no turno da tarde o Galpão 2 teve um pico de frequência respiratória.

De acordo com Emery *et al.* (1984) e Mahmoud *et al.* (1996), quando as aves encontram-se com a frequência respiratória elevada, ocorre alterações no balanço de cálcio no sangue, visto que o balanço é afetado quando as aves se encontram em temperaturas elevadas, diminuindo a quantidade de plasma cálcico e comprometendo a formação da casca do ovo no período de produção.

Na Tabela 6 estão as médias da frequência respiratória nos dois galpões, de acordo com a divisão dos galpões em quadrantes.

Tabela 6 – Médias da frequência respiratória (movimentos.minuto⁻¹) nos Galpões 1 e 2, no turno da manhã e da tarde

Avaliações	A-Início	
	Galpão 1	Galpão 2
A- Manhã	36,7 Aa	34,1 Ba
A- Tarde	32,9 Ab	41,8 Bb
Avaliações	B-Centro	
	Galpão 1	Galpão 2
B- Manhã	34,1 Aa	32,5 Aa
B- Tarde	33,9 Aa	47,5 Bb
Avaliações	C-Final	
	Galpão 1	Galpão 2
C- Manhã	35,0 Aa	32,9 Aa
C- Tarde	38,3 Aa	47,8 Bb

As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: próprio autor.

De acordo com a Tabela 6, é possível observar que os valores da média de FR no Galpão 1 não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre os turnos na parte central e na parte traseira do galpão. Já no Galpão 2 todas as médias de FR entre os turnos foram significativamente diferentes ($p < 0,05$). Esse aumento da frequência respiratória no Galpão 2 em relação ao Galpão 1, pode estar relacionado a maior incidência de luminosidade neste galpão principalmente no período da tarde, indicando que a incidência de luz no galpão pode influenciou nos processos evaporativos das aves principalmente nesses horários (12 as 16 horas), por não possuir barreiras que impedisse a incidência de luminosidade dentro do Galpão 2.

Outro fator que pode ter influenciado na diferença da frequência respiratória entre os galpões está relacionado à densidade. Conforme exposto na presente pesquisa, o Galpão 2 apresentava um número maior de aves alojadas por gaiolas (9 aves por gaiola), diferente da situação encontrada no Galpão 1, onde o número de aves alojadas eram de 6 aves por gaiola.

O maior número de aves alojadas no Galpão 2, pode ter influenciado na maior produção de calor por parte das aves, na busca pela dissipação de calor, contribuindo para o aumento do calor gerado dentro da gaiola e influenciando o microclima da mesma. A maior densidade das aves em gaiolas influencia na manutenção do calor gerado pelo animal (ALVES, 2006).

Apesar das elevadas temperaturas registradas durante todo período experimental, as aves mantiveram a frequência respiratória inferior ao limite encontrado por Barbosa Filho (2004), o qual encontrou valores de 180 a 200 mov/min⁻¹ para aves em situação de conforto e de 300 a 320 mov/min⁻¹ quando as mesmas foram submetidas à condição de estresse térmico. Estudos similares foram desenvolvidos por Kassin e Sykes (1982) que sugeriram que a frequência respiratória de poedeiras sofre variação de 23 movimentos por minuto, quando submetidas a ambiente termoneutro (20 °C), alcançando o limite de 273 movimentos por minuto quando alojadas em temperaturas elevadas (35 °C).

Entretanto Garcia *et al.* (2015) encontraram em gaiolas convencionais de poedeiras com 8 aves/gaiola uma média de frequência respiratória de 51,17 movimentos/minuto no turno da tarde, valor muito superior ao encontrado no turno da manhã, que foi de 25,59 movimentos/minutos. Estes autores creditam essas elevadas médias de frequência respiratória no turno da tarde as elevadas temperaturas.

5 CONCLUSÃO

A situação encontrada em ambos os galpões foi de desconforto térmico. Entretanto, o Galpão 1 apresentou condições tanto ambientais quanto fisiológicas acima da zona de conforto térmico, indicando que este galpão ofereceu maior desconforto térmico.

Diferentemente do Galpão 1, o Galpão 2 é automatizado o que indica uma redução da mão de obra, apesar de possuir um custo para implementação um pouco mais elevado, esse galpão é o mais recomendado para a criação de aves de postura na fase de recria na região do estudo. Entretanto é sugerido a adoção de mecanismos de controle ambiental secundários a fim de amenizar o desconforto térmico das aves.

REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual – 2016**. Disponível em: <<http://www.abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2016>>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- ABREU, P.G. et al. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, v. 59, n. 4, 2001.
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N; DALLA C. O. A. Avaliação de coberturas de cabanas de maternidade em sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (Siscal), no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 30, 2001.
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Conforto Térmico para Aves**. 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/85833/1/DCOT-365.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.
- ALBIERO, D. et al. Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial. **Revista Ciência Agronômica.**, v. 43, n. 1, 2012.
- ALVES, S. P. **Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação**. 2006. 128f. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- AVILA, V. S. Alternativa de um programa de luz para poedeiras leves alojadas no Sul do Brasil. Concórdia. **EMBRAPA-CNPSA**, 1993.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais**. 2. ed., Viçosa, Minas Gerais: Editora UFV, 2012.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, Minas Gerais: UFV, 2010.
- BAROSA FILHO, J. A. D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- BARROS, F. F. **A melhoria contínua no processo de plantio da cana-de-açúcar**. 2008. 79f. Dissertação (mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- BENTO, F. M. H. **Efeito do ambiente bioclimático sobre o desempenho de aves de postura, um estudo realizado indoor na região de União dos Palmares, Alagoas**. 2010. 64f. Dissertação (Mestrado em Metodologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2010.

BIAGGIONI, M. A. M. et al. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. **Ciências Agrárias.**, v. 29, n. 4, 2008.

BLATCHFORD, R. A.; ARCHER, G. S.; MENCH, J. A. Contrast in light intensity, rather than day length, influences the behavior and health of broiler chickens. **Poultry Science.**, v. 91, 2012.

BRIDI, A. M. **Adaptação e aclimação animal**. 2006. Disponível em: <<http://www.uel.br/pessoal/ambridi/...arquivos/adaptacaoaclimatacaoanimal.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

BONI, I. J.; PAES, A. O. S. Programas de luz para matrizes: machos e fêmeas. In: SIMPÓSIO TÉCNICO SOBRE MATRIZES DE FRANGOS DE CORTE, 2. 1999, Chapecó, Santa Catarina. **Anais...** Chapecó: Agrogen Desenvolvimento Genético, 1999.

BOND, T.E.; MORRISON, S.R.; GIVENS, R.L. Influence of surrounding on radiant heat load of animals. **Transactions of the ASAE.**, v. 12, n. 2. 1969.

BOTELHO, M. W. et al. Conforto térmico em instalação comercial de aves poedeiras no centro-oeste do Brasil. **Revista Energia na Agricultura.**, v. 31, n.1, 2016.

BROOM, D. M. Animal Welfare: Concepts and Measurements. **Journal of Animal Science.**, n. 69, 1991.

BROOM, D. M.; MOLETO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. **Archives of Veterinary Science.**, v. 9, n. 2, 2004.

CAMPOS, C. M. **Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção de cana-de-açúcar**. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CASTILHO, V. A. R. et al. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering.**, v. 9, n. 2, 2015.

CÉZAR, R. L. **Pintura do telhado de galpões para frangos de corte: ambiência e parâmetros fisiológicos**. 72f. Dissertação (Mestre em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

COELHO, D. J. R. et al. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental.**, v. 19, n. 10. 2015.

COMMERCIAL MANAGEMENT GUIDE DEKALB WHITE. 2015. Disponível em: <http://www.hendrix-isa.com/~media/Files/ISA/ISA%20new/Hendrix-ISA%20LLC/Management_guide_Dekalb_white_North_America_2015_2.pdf>. Acesso em: 7 ago.2017.

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

COSTA, O. A. D. et al. Tempo de jejum na granja sobre o perfil hormonal e os parâmetros fisiológicos em suínos de abate pesados. **Ciência Rural.**, v. 38, n. 8, 2008.

CRUZ, C. E. B. Níveis de fibra na ração de recria (7 a 17 semanas de idade) e seus efeitos no crescimento e qualidade óssea de suas linhagens de poedeiras. 53 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

DAMASCENO, F. A. et al. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET.**, Londrina, v. 4, n. 42, 2010.

ESPÍNDOLA, A. M. S. et al. Avicultura de postura: um estudo de caso através da análise de filière. **PUBVET.**, v. 7, n. 3, 2013.

EMERY, D.A.; PRAN VOHRA; ERNEST, R.A. The effect of cyclic and constant ambient temperatures on feed consumption, egg production, egg weight and shell thickness of hens. **Poult Science.**, v. 1, n.63,1984.

FARIA, F.F. et al. Variabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. **Ciência Rural.**, v.38, n. 9, 2008.

FAWC (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL). **Five Freedoms**. 1992. Disponível em: <<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121007104210/http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>> Acesso em: 13 jun. 2017.

FERREIRA, J. I.; BERND, L. P. Diagnóstico e planejamento da implantação das Boas Práticas de Produção em uma granja avícola de postura comercial no Rio Grande do Sul. 2016. Disponível em:<http://www.avisulat.com.br/arquivos/ID_059.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2017.

FRANCA, M. L. et al. Diagnóstico bioclimático para aves de corte no município de campina grande - PB. **Revista Educação Agrícola Superior.**, v.22, n. 1, 2007.

FREITAS, H.J. **Avaliação de programas de iluminação para poedeiras leves e semi-pesadas**. 133 f. Tese (Doutor em Produção Animal) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2003.

FREITAS, H. J et al. Efeito de diferentes programas de iluminação para poedeiras semi-pesadas criadas em galpões abertos. **Revista Biotermas.**, v. 23, n. 2, 2010.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÓCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**, v. 7, n. 3, 2003.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Calendário das chuvas no estado do Ceará**. 2015. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/23-monitoramento/meteorol%C3%B3gico/633-calend%C3%A1rio-das-chuvas>>. Acesso em: 01 jul. 2017.

GAMBARO, D. Cria e recria de poedeiras comerciais “programas de alimentação e aspectos nutricionais”. 2015. Disponível em: <<http://www.agroceresmultimix.com.br/blog/cria-e-recria-de-poedeiras-comerciais-programas-de-alimentação-e-aspectos-nutricionais/>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

GARCIA, E. R. M. et al. Comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades populacionais de alojamento. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia**, v. 18, n. 2, 2015.

GEWEHR, C. E.; FREITAS, H. J. Iluminação intermitente para poedeiras criadas em galpões abertos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 6, n. 1, 2007.

GONGRUTTANANUN, N.; GUNTAPA, P. Effects of Red Light Illumination on Productivity, Fertility, Hatchability and Energy Efficiency of Thai Indigenous Hens. **Kasetsart Journal: Natural Science**, 2012.

HINES, W. W.; MONTGOMERY, D. C.; GOLDSMAN, D. M. **Probabilidade e Estatística na Engenharia**. 4. ed., Rio de Janeiro: LTC Editora, 2006.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar Animal na Agricultura do Século XXI. **Revista de Etologia**, v. 6, n. 1, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE: Estatística da Produção Pecuária**. 2017.

JACINTO, D. O bem-estar animal e o consumidor. 2013. Disponível em: <<https://www.milkpoint.pt/seccao-tecnica/gestao-sistemas-producao/o-bemestar-animal-e-o-consumidor-85784n.aspx>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, 2005.

KASSIN, H.; SYKES, A. H. The respiratory responses of the fowl to hot climates. **The Journal of Experimental Biology**, v. 97, n. 1, 1982.

LIMA, M. G. F.; RODRIGUES, L. H. A. Árvore de decisão aplicada em dados de incubação de matrizes de postura Hy-Line W36. **Ciências. Agrotecnicas**, v. 34, n. 6, 2010.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba, São Paulo: Editora FUNEP, 2001.

MANUAL DE MANEJO DAS POEDEIRAS –DEKALB WHITE. 2009. Disponível em: <http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/NILVAKAZUESAKOMURA/manual_dekalb_white.pdf>. Acesso em: 14 set. 2017.

MARCHINI, C. F. P. et al. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**. v. 12, n.1, 2007.

MAHMOUD, K. Z. et al. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. **Poultry Science.**, 1996.

MATTOS, R. O. **Avaliação das instalações em aviários de postura conforme aspectos de conforto térmico na região de bastos.** 2007. 68 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Centro de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Julio De Mesquita Filho, Botucatu, 2007.

MAZUCO, H. et al. Boas práticas de produção na postura comercial. Circular Técnico Embrapa. 2006. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/443776/boas-praticas-de-producao-na-postura-comercial>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

MEDEIROS, C. M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte.** 2001. 125f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MENDES, A. S. et al. Visão e iluminação na avicultura moderna. **Revista Brasileira de Agrociência.**,v.16, n.1-4, 2010.

MENDES, M. A. S. A. **Caracterização do ambiente térmico de aviários de postura, em sistemas verticais, ventilados naturalmente e por pressão negativa em modo túnel.** Tese (Doctor Scientiae) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2015.

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** Jaboticabal: SBEA, 2001.

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico.** São Paulo: Ícone, 1989.

NÄÄS, I. A. et al. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betumem, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. **Engenharia Agrícola.**, v. 21, n. 2, 2001.

NUNES et al. Led como fonte de luz na avicultura de postura. **Enciclopédia Biosfera.**, v. 9, n. 17, 2013.

OLIVEIRA, D. L. et al. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**, v. 18, n. 11. 2014.

OLIVEIRA, R. F. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 35, n. 3, 2006.

PASSINI, R. et al. Intervenção ambiental na cobertura e ventilação artificial sobre índices de conforto para aves de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental.**, v. 17, n.3, 2013.

- PANDOVAN, A. Fatores envolvidos no desenvolvimento de um programa de luz. 2011. Disponível em: <Fatores envolvidos no desenvolvimento de um programa de luz>. Acesso: 05 jul. 2017.
- PAULA, M. O. et al. Identificação da tipologia construtiva de galpões avícolas no Estado do Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera.**, v.8, n.14, 2012.
- PAVAN, A. C. et al. Efeito da densidade na gaiola sobre o desempenho de poedeiras comerciais nas fases de cria recria e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 35, n. 4, 2005.
- PEREIRA, D. F. et al. Efeitos da temperatura do ar, linhagem e período do dia nas frequências de ocorrência e tempos de expressão comportamental de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola.**, v. 27, n. 3, 2007.
- PONCIANO, P. F. et al. Análise do ambiente para frangos por meio da lógica fuzzy: uma revisão. **Archivos de Zootecnia.**, v. 60, p. 1-13, 2011.
- PRODUÇÃO ANIMAL AVICULTURA. A importância econômica e social da avicultura. 2011. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/revista/pdfs/revista_edicao54.pdf>. Acesso em: 16 maio 2017.
- QUEIROZ, M. L. V. **Conforto térmico de frangos de corte em galpões com sistema de nebulização.** 2014. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 2014.
- REVISTA PRODUÇÃO ANIMAL – AVICULTURA.** Campinas, SP: A importância econômica e social da avicultura, n. 54, 2011.
- RESENDE, O. et al. Caracterização de instalações avícolas em diversos municípios do estado de Rondônia. **Global Science and Technology.**, v. 1, n. 9, 2008.
- RIBEIRO, P. A. P. **Avaliação do ambiente termolumínico e de produção em galpões de poedeiras comerciais equipados com diferentes tipos de lâmpadas.** 125f. Tese (Doutor em Engenharia Agrícola) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2015.
- RIBEIRO, M. L. G. et al. Níveis de sódio na ração de frangas de reposição de 12 a 18 semanas de idade. **Revista Caatinga.**, v. 20, n. 3, 2007.
- RODRIGUES, V. C. et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology.**, v. 55, n. 3, 2010.
- ROCHA, J. S. R.; LARA, J. C.; BAIÃO, N. C. Produção e bem-estar animal aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciências Veterinárias.**, v. 11, n. 1, 2008.
- RONCHI, C. Principais práticas de manejo para aves recém nascidas. 2004. Disponível em: <<file:///F:/Artigos%20da%20Revis%C3%A3o/Resultados%20e%20discuss%C3%B5es/Ventila%C3%A7%C3%A3o/RONCHI%202004.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SAMPAIO, C. A. P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. **Engenharia Agrícola.**, v. 31, n. 2, 2011.

SANTOS, P. A. et al. Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em Escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. **Engenharia Agrícola.**, v.25, n.3, 2005.

SARMENTO, L. G. V. et al. Efeito da Pintura Externa do Telhado Sobre o Ambiente Climático e Desempenho de Frangos de Corte. **Agropecuária Técnica.**, 2005.

SENA, T. L. et al. Avaliação da frequência respiratória e temperatura cloacal de aves poedeiras criadas em regiões semiárida. In: X SIMPÓSIO PARAIBANO DE ZOOTECNIA. 3, 2016. Paraíba. Anais... Paraíba, 2016. Disponível em: <<http://sis.gnius.com.br/uploads/spbz/documentos/d85bdc5361aa5226ae7795a7dabe4b488ef177ff.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** In: *Ambiência na produção de aves de postura*, vol. 2. Piracicaba, SP: Funep, 2001.

SILVA, M. A. N.; HELLMMEISTER FILHO, P.; ROSÁRIO, M. F. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frangos para corte. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 32, n. 1, 2003.

SILVA, R. A. G. Bioquímica do tecido animal. 2010. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/stress_rita.pdf>. Acesso em: 15 de jun. 2017.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal.** São Paulo: Nobel, 2000.

SOUZA, C. F. *et. al.* Critérios para o planejamento de instalações avícolas. 2001. Disponível em: <http://www.professormendoncauenf.com.br/crr_criteriosplanejamentodeinstalacoesavicolas.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2017.

SOUZA, P. Avicultura e Clima Quente: Como administrar o bem-estar das aves? 2005. Disponível em: <http://www.refresque.com.br/Downloads/Avicultura-Clima-Quente_Artigo.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2017.

SHUTZ, E. S. **Variabilidade do ambiente térmico em galpão para Frangos de corte e sua influência nas respostas Fisiológicas e comportamento das aves.** 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

STEFANELLO, C. Análise do sistema agroindustrial de ovos comerciais. **Revista Agrarian.**, v. 4, n. 14, 2011.

TEIXEIRA, V. H. **Construções e ambiência: Instalações para Suínos e Aves.** Lavras, Minas Gerais: UFLA/FAEPE. 1997.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola.**, v. 3, n. 1, 2001.

TINÔCO, I. F. F. **Ambiência e instalações na produção de matrizes avícolas. In: Ambiência na produção de aves em clima tropical.** v.2. Piracicaba: ESALQ, 2001.

TINÔCO, I. F. F. Critérios para o planejamento de instalações avícolas para aves de postura. In: Simpósio Internacional sobre Ambiência e Sistemas de Produção Avícola. 1998. Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA-UBA. Protocolo de Bem-Estar para Aves Poedeiras. 2008. Disponível em:<http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo_de_bem_estar_para_aves_poedeiras.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

VIEIRA, M. F. A. **Efeitos de duas condições climáticas, duas linhagens e dois sistemas de ventilação no desempenho produtivo de galinhas poedeiras alojadas em sistemas verticais de criação.** 2015. 86f. Tese (Doctor Scientiae) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2015.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental.**, v. 13, n. 6, 2009.

WELKER, J. S. et al. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 37, n. 8, 2008.

YILDIZ, A. et al. Effects of Cage Location and Tier Level with Respect to Light Intensity in Semiconfined Housing on Egg Production and Quality During the Late Laying Period. **Journal Applied Poltry Research.**, v.15, n. 1, 2006.