



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

**ANA CRISTINA CHACON LISBOA**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURAS PARA  
CRIAÇÃO DE CODORNAS EM SISTEMA ALTERNATIVO**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**2017**

**ANA CRISTINA CHACON LISBOA**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURAS PARA  
CRIAÇÃO DE CODORNAS EM SISTEMA ALTERNATIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração:

Construções Rurais e Ambiente

**Orientador**

Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**AGOSTO - 2017**



L769a Lisboa, Ana Cristina Chacon.

Avaliação de diferentes materiais de coberturas para criação de codornas em sistema alternativo. / Ana Cristina Chacon Lisboa. - 2017.

66 f.

Orientador: Professor Dr. Dermeval Araújo Furtado.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

1. Coturnicultura. 2. Conforto térmico animal. 3. Ambiência. 4. Sistemas alternativos - codornas. 5. Bioclimatologia - codornas. 6. Telhas cerâmicas. 7. Instalações - criação e codornas. 8. Índices de conforto térmico. I. Furtado, Dermeval Araújo. II. Título.

CDU: 636.03(043.3)

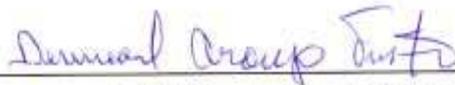
**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

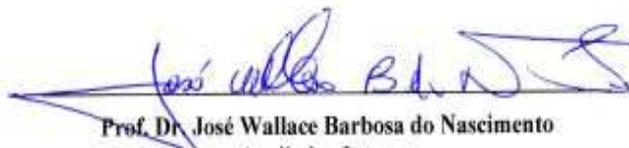
ANA CRISTINA CHACON LISBOA

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURAS PARA  
CRIAÇÃO DE CODORNAS EM SISTEMA ALTERNATIVO

BANCA AVALIADORA



Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado  
Orientador  
UFCG/CTRN/UAEA



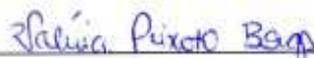
Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento  
Avaliador Interno  
UFCG/CTRN/UAEA



Prof. Dr. Rômulo Augusto Ventura Silva  
Avaliador Externo  
UFCG/ CDSA/UATEC



Prof. Dr. Elias Antonio Freire  
Avaliador Externo  
IFPB/Campina Grande-PB



Prof. Dra. Valeria Peixoto Borges  
Avaliadora Externa  
UFPB/CCA/DSER

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA

AGOSTO - 2017

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus Pais: Pedro Martinho Lisboa e Maria do Carmo Chacon Lisboa minhas fontes de  
inspiração e coragem!*

*Ao Meu Marido: Tiago Araújo, meu companheiro de todas as horas, minha eterna  
gratidão, pela dedicação e apoio sempre me ajudando no que fosse preciso. Obrigada por  
fazer parte de minha vida*

*Ao meu filho: Gabriel Lisboa Araújo, criança que Deus me deu a honra de ser sua mãe,  
após sua chegada descobri realmente o que significa a palavra amor.*

*Aos meus irmãos: Luciano; Marília e Eduardo, pelas torcidas e por acreditarem em cada  
vitória minha conquistada!*

*Aos meus sobrinhos: Murilo; Vitor e Isabela*

*Aos meus cunhados: Alexandre; Larissa e Christiane pela força e apoio*

*À toda minha família, em geral, pelo apoio, que direta ou indiretamente contribuíram  
para mais essa vitória em minha vida!*

**Ofereço e Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que me tem concebido.

Ao Professor Dermeval Araújo Furtado, pela compreensão, paciência, pelas lições didáticas e de vida transmitidas, e pela disposição na missão de orientador;

Ao Professor José Wallace Barbosa do Nascimento pelo incentivo constante e disposição em ajudar também, com suas experiências e questionamentos durante todo o trabalho;

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em especial, ao LaCRA (Laboratório de Construções Rurais e Ambiente), pelas oportunidades oferecidas para realizar meu curso;

Aos professores do Departamento de Engenharia Agrícola, em especial, a Área de Construções Rurais e Ambiente,

Aos meus familiares, com o reconhecimento pela minha formação;

Aos membros da banca examinadora, pelas valiosas sugestões indispensáveis à melhoria do meu trabalho;

Aos funcionários da UFCG, pelo apoio durante o curso, o meu obrigada;

À Coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, nas pessoas de Professora Vera, Coordenadora, pelas experiências, ajudas e orientações aos alunos do curso, e ao secretário Roberto; pelo apoio e dedicação com o qual trabalha Dona Cida, secretária sempre disposta a ajudar;

Em especial, aos meus amigos de curso do PPGEA, devo muito a vocês, em especial, Delka, Gisele, Rafael Costa, Danielle, José Roberto, Ladyanne Raia, Evaldo, Elias Freire, Coriolano, Jaciara, Ariadne, Vicente, Luana, Valeria, Ligia e Igor, que sempre me motivaram a conquistar meus ideais, me ajudando com incentivos e na superação das dificuldades, o meu muito obrigada;

Aos alunos do CDSA/UFCG/Sumé pela ajuda nos momentos que precisei, a Fabiana e Danilo meu muito obrigada;

À todos e até mesmo aos que deixei de citar não por esquecimento, mas que de alguma maneira me ajudaram a realizar este trabalho, os meus sinceros agradecimentos o meu muito obrigada.

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Chalé para criação de 100 codornas proposto pela Agência Mandalla DHSA.....	21
<b>Figura 2.</b> Croqui do Chalé para codornas.....	22
<b>Figura 3.</b> Croqui das instalações do experimento (A) vista lateral (B) vista frontal.....	23
<b>Figura 4.</b> Diferentes materiais das coberturas.....	24
<b>Figura 5.</b> Instrumentos usados nas medições (Fonte: Imagens A, C e D retirada google.com).....	25
<b>Figura 6.</b> Médias da temperatura no ambiente interno das instalações e área externa.....	30
<b>Figura 7.</b> Médias da umidade relativa do ar no ambiente interno das instalações e área externa.....	31
<b>Figura 8.</b> Valores médios de entalpia para os diferentes materiais de cobertura.....	35
<b>Figura 9.</b> Temperaturas médias do ambiente e das superfícies externa das telhas em função dos horários.....	37
<b>Figura 10.</b> Temperaturas médias do ambiente e das superfícies interna das telhas em função dos horários.....	38
<b>Figura 11.</b> Gradiente de temperatura média superior.....	40
<b>Figura 12.</b> Gradiente de temperatura média inferior.....	41

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Médias dos índices bioclimáticos, temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura globo e umidade (ITGU), velocidade do vento (VV), carga térmica de radiação (CTR), temperatura da água (Tágua), temperatura efetiva (TE) e entalpia (Ent) durante o período experimental.....	29
<b>Tabela 2.</b> Valores médios de efetividade e das temperaturas das coberturas externa e interna.....	36
<b>Tabela 3.</b> Valores dos gradientes de temperatura média superior (GTMS) e gradiente da temperatura média inferior (GTMI).....	39

## SUMÁRIO

	Página
Lista de figuras.....	viii
Lista de tabelas.....	ix
Resumo.....	xi
Abstract.....	xii
1. Introdução.....	1
2. Referencial teórico.....	3
2.1. Coturnicultura.....	3
2.2. Sistemas de criação para avicultura.....	4
2.3. Zona de conforto térmico e bem-estar.....	7
2.4. Variáveis ambientais.....	10
2.4.1. Temperatura ambiente.....	11
2.4.2. Radiação solar.....	12
2.4.3. Índices de conforto térmico.....	12
2.4.4. Movimento do ar.....	13
2.4.5. Evaporação.....	14
2.4.6. Temperatura da água.....	14
2.4.7. Umidade relativa do ar.....	14
2.5. Materiais de cobertura.....	15
2.5.1. Telha cerâmica.....	16
2.5.2. Telha fibrocimento.....	17
2.5.3. Pintura branca.....	17
2.5.4. Pintura com geotinta.....	18
2.6. Entalpia.....	18
3. Objetivos.....	20
3.1. Geral.....	20
3.2. Específicos.....	20
4. Material e Métodos.....	21
4.1. Local.....	21
4.2. Proposta de um sistema alternativo para criação de codornas.....	21
4.3. Período experimental e instalações.....	22
4.4. Coleta de dados.....	24
4.5. Índices bioclimáticos.....	26
4.6. Delineamento estatístico.....	27
5. Resultados e discussão.....	28
6. Conclusão.....	42
7. Referências bibliográficas.....	43

LISBOA, Ana Cristina Chacon. **Avaliação de diferentes materiais de coberturas para criação de codornas em sistema alternativo** 2017. 67f. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola; Centro de Tecnologia e Recursos Naturais; Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – Paraíba – Brasil, 2017.

## RESUMO

O objetivo dessa pesquisa angariou-se em avaliar as variáveis ambientais, os índices bioclimáticos e a temperatura da água em seis instalações para criação de codornas em sistema alternativo na região semiárida brasileiro, utilizando para cobertura das instalações telhas cerâmica (TC), fibrocimento (TF), cerâmica pintada de branco (TCPB), fibrocimento pintado de branco (TFPB), cerâmica pintada de geotinta (TCPG) e fibrocimento pintado de geotinta (TFPG), cada instalação com média de 9 m<sup>2</sup>, cercada com tela de pinteiro e 3 m<sup>2</sup> de área coberta. As variáveis climáticas apresentaram efeito significativo para o tipo de telhado como também para os horários do dia ( $P < 0,05$ ), considerando a interação tipo de telhado e horários do dia, apenas as variáveis temperatura da água interna ( $P = 0,0040$ ) e velocidade do vento interno ( $P = 0,0408$ ) apresentaram efeito significativo se mostraram expressivas. A CTR interna não apresentou diferença significativa ( $P = 0,9877$ ) em função dos telhados, já a externa sim ( $P < 0,0001$ ), entre os horários estudados. Todos os índices apresentaram diferença significativa em função do tipo de cobertura, com exceção da efetividade interna e externa. Os gradientes superior e inferior tiveram diferença significativa em função do tipo de cobertura e dos horários, como também da interação cobertura horário ( $P < 0,0001$ ). O sistema alternativo para codorna com telhas cerâmicas pintadas na face externa na cor branca e com geotinta são uma boa alternativa na redução da temperatura interna nos galpões.

**Palavras-Chave:** ambiência, conforto térmico, coturnicultura, telhas.

## **EVALUATION OF DIFFERENT COVER MATERIALS FOR THE CREATION OF CODORNES IN AN ALTERNATIVE SYSTEM**

### **ABSTRACT**

The objective of this research is to evaluate the environmental variables, bioclimatic indices and water temperature in six installations for raising quails in an alternative system in the Brazilian semi-arid region, using ceramic tiles (TC), fiber cement (TF) to cover the installations. , white painted ceramic (TCPB), white painted fiber cement (TFPB), geotint ceramic (TCPG) and geopaint fiber cement (TFPG), each installation measuring an average of 9 m<sup>2</sup>, surrounded with painter's canvas and 3 m<sup>2</sup> of covered area. The climatic variables had a significant effect for the type of roof as well as for the times of day ( $P < 0.05$ ), considering the interaction between roof type and times of day only the internal water temperature variables ( $P = 0.0040$ ) and internal wind speed ( $P = 0.0408$ ) had a significant effect. The internal CTR did not present a significant difference ( $P = 0.9877$ ) depending on the roofs, while the external CTR presented a significant difference ( $P < .0001$ ) between the studied times. All indices showed a significant difference depending on the type of coverage, with the exception of internal and external effectiveness. The upper and lower gradients showed a significant difference depending on the type of coverage and the hours, as well as the hourly coverage interaction ( $P < .0001$ ). The alternative system for quail with ceramic tiles painted on the external face in white and with geopaint are a good alternative to reduce the internal temperature in the sheds.

Keywords: ambience, thermal comfort, coturniculture, tiles.

## 1. Introdução

A criação de codornas (coturnicultura) é uma alternativa de renda para a pecuária familiar, pois o consumo de carne e ovos dessas aves vem aumentando no Brasil, como mostra os dados do IBGE (2016), que destaca o efetivo de cabeças de codornas no Brasil, em 2015, era de aproximadamente 21.986,842 e na Paraíba esse efetivo de 312.409 animais.

A coturnicultura propicia vantagens para o produtor, como boa conversão alimentar, maturidade sexual precoce, alta produtividade, pequeno investimento inicial, fácil manejo, resistência a doenças e rápido retorno financeiro, sendo a carne da codorna um alimento rico em nutrientes, saborosa e com boa aceitação no mercado e os ovos são de tamanhos pequenos, uma característica que agrada o consumidor, principalmente, o público infantil.

No entanto, o sistema de criação que é adotado na maioria das granjas é o de gaiolas, e este pode gerar nas aves comportamentos indesejáveis, como bicagem das penas, agressão, desvio social e depressão, sendo o estresse um dos fatores desencadeadores desses comportamentos, o que pode afetar direta e indireta a saúde desses animais e pode prejudicar a produção, seja ovos ou carne.

Em João Pessoa - PB, a Agência Mandalla criou um sistema para minimizar esses efeitos, o “Chalé” para codorna, como foi denominado, que parte do princípio de que é possível criar as aves soltas em piquetes, simulando um ambiente natural, onde a qualidade da carne e dos ovos pode melhorar, elevando a produção, produtividade e o bem-estar dos animais.

O Brasil é um país que apresenta temperaturas elevadas, por localizar-se próximo a linha do equador recebe intensa radiação em maior parte do ano, o que torna um desafio para avicultura amenizar tais efeitos e propiciar aos animais um ambiente favorável ao seu desempenho produtivo. O ambiente do animal é constituído pelo conjunto dos elementos: temperatura, umidade relativa do ar, vento, radiação, luz, ruído e outros efeitos interagindo com o próprio animal.

Dentre os fatores de importância nas instalações de galpões para produção animal estão os telhados, mais precisamente o material utilizado na sua construção, a maioria dos galpões comerciais na região semiárida brasileira estão no sentido leste oeste, recebendo radiação solar direta durante todo o dia. Sobre isso, MACARI (1996a) informa que, cerca de 75% do calor no interior dos galpões provém do telhado, ou seja, é resultante da incidência solar do telhado transferida para o interior do galpão.

Vários materiais podem ser utilizados na cobertura de galpões de codornas, no entanto, os investimentos iniciais têm sido o principal ponto para escolha de cobertura, que muitas vezes negligenciam as possíveis consequências da elevação da temperatura no galpão. Diante do que foi justificado acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de diferentes materiais de cobertura na criação de codornas em sistema alternativo.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Coturnicultura

A coturnicultura apresenta desenvolvimento acentuado, adequando-se as novas tecnologias de produção, a atividade tida como de subsistência, passou a ocupar um cenário de atividade tecnificada com resultados promissores aos investidores. O crescimento do setor da coturnicultura no Brasil é expressivo, porém, está limitado pelos matrizeiros nos seus incrementos anuais de produção das pintainhas, com restrição na capacidade de alojamento de codornas, em função da baixa produção (Bertechini, 2010).

O efetivo de codorna no Brasil em 2015 foi de 21.986,842 aves (IBGE, 2016), apresentando um aumento de 14,7% com relação ao registrado em 2014, tendo a região Sudeste como a maior produtora, independente da finalidade. Em termos regionais, 76,1% da produção estava localizada nessa região, 11,1% no Sul, 8,2% no Nordeste, 4,0% no Centro-Oeste e apenas 0,6% no Norte. Todavia, em 2015 a região nordeste teve um acréscimo no seu efetivo de 11,2% em relação a 2014. No mesmo ano a Paraíba contabilizou 312.409 cabeças e produziu 3.811 mil dúzias de ovos (IBGE, 2016) com a maior concentração no município de João Pessoa, com 102.000 cabeças.

O Brasil é um dos maiores produtores mundial de ovos de codornas da espécie *Coturnix coturnix japonica*, o setor de ovos tem grande potencial de expansão no mercado (Silva et al., 2011), devido ao tamanho reduzido, que acaba por conquistar a simpatia das crianças, adolescentes e adultos, e associado às maneiras inteligentes de apresentação nas redes, principalmente, self service dos ovos processados (conserva), são fatores que também impulsionaram a elevação do seu consumo, e, com isso, sua produção.

No Brasil, a exploração da codorna para produção de carne ainda não está bem estabelecida, sendo utilizadas para esse propósito, em grande maioria, fêmeas ao término da vida produtiva como ave de postura, ou seja, animais mais velhos, sem padrão fixo de idade e com características de carcaça prejudicadas (Pastore et al., 2012). Segundo Pinheiro et al. (2015), a carne de codorna é uma excelente fonte de aminoácidos, vitamina (B1, niacina, B2, ácido pantotênico, B6), minerais (ferro, fósforo, zinco e cobre) e ácidos graxos. A quantidade de colesterol encontrada na carne de codorna é de 76 mg, valor intermediário ao da carne do peito (64 mg), da coxa e sobrecoxa (81 mg) do frango de corte, sendo a carne de codorna escura, macia, saborosa e pode ser utilizada em iguarias finas e sofisticadas.

Com o aumento do consumo mundial de carnes, também aumenta o número de consumidores com perfis mais exigentes, que buscam produtos de qualidade, portanto, não só o tamanho e o rendimento de carne são relevantes, mas outras características da qualidade são destacadas, como o pH, maciez, capacidade de retenção de água, cor e características sensoriais (AASLYNG et al., 2007).

Com a expansão da coturnicultura, houve intensificação dos sistemas de produção, em que as codornas são criadas em gaiolas industriais sob altas densidades de lotação, provocando impacto na qualidade de vida animal em condições de confinamento, por isso, deve ser considerada a intensidade e duração do impacto sobre o bem-estar dos animais (BROOM & MOLENTO, 2004), havendo preocupação em relação ao grau de bem-estar dos animais (União Europeia (UE), Diretiva 1999/74/EC). Para o diagnóstico de grau de bem-estar de codornas, pode-se utilizar o conceito das cinco liberdades: nutricional, sanitária, ambiental, comportamental e psicológica (MOLENTO, 2006)

## **2.2. Sistemas de criação para avicultura**

Nos sistemas de produção animal três sistemas de criação são usados de forma majoritária, sendo eles: extensivo; semi-extensivo e intensivo ou confinamento. A escolha do sistema a ser utilizado vai depender das condições ambientais, oferta de alimento, área disponível, mão de obra e a produção desejada. A criação das aves em gaiolas permitiu aumentar a densidade de alojamento das poedeiras e reduzir os investimentos em equipamentos e mão-de-obra, dispensando o uso da cama, proporcionando benefícios as aves e funcionários, pois eliminam o contato com as fezes, evitando a coccidiose e verminoses, melhorando o ambiente de trabalho, com diminuição dos níveis de poeira e amônia, permitindo o aumento no número de aves alojadas, minimizando assim, o canibalismo, previnem o consumo dos ovos pelas aves, já que rolam para o aparador após a postura, ficando longe do alcance das mesmas (ROCHA et al., 2008).

O sistema de criação em gaiolas convencionais pode representar preocupação com o bem-estar das aves, já que impedem os comportamentos naturais, podendo causar estresse, uma vez que, o espaço limitado e alta densidade restringem suas movimentações e atividades, contribuindo para a “osteoporose por desuso”, que torna o osso mais frágil e susceptível a fraturas dolorosas (WEBSTER, 2004).

Visando proporcionar melhores condições, permitindo que as aves apresentem comportamento natural dentro das instalações, sem comprometimento do aspecto econômico (CAMPOS, 2000), pode-se adotar medidas no sentido de promover maior conforto aos animais. Barbosa Filho et al. (2007) citam que, poedeiras criadas em sistemas de gaiolas não expressaram seu comportamento natural por isso, apresentavam maior grau de estresse quando comparadas às poedeiras criadas em camas.

O crescimento, desenvolvimento do aparelho reprodutivo e a eficiência produtiva das codornas são influenciados pela densidade nas diferentes fases de criação, recomendando na fase de postura o alojamento em gaiolas com espaço de até  $107,64 \text{ cm}^2 \text{ ave}^{-1}$ , para ter um ótimo desempenho (OLIVEIRA, 2002). Em poedeiras comerciais, a alta densidade nas gaiolas tem se tornado prática frequente, como forma de reduzir os custos com alojamento e equipamentos por ave, entretanto, a redução da área de gaiola por ave, assim como da área de comedouro e bebedouro, pode causar estresse provocado pela constante competição por espaço, alimento e água, influenciando no consumo de ração e, conseqüentemente, no seu crescimento e desempenho produtivo (PAVAN et al., 2005). Existe preocupação dos consumidores que os animais utilizados para a produção de alimentos devam ser bem tratados e essa tendência é cada vez maior, sendo necessárias mudanças e novas alternativas no processo de produção.

Para que o bem-estar animal seja atingido são necessários investimentos e mudanças dos sistemas de criação, que poderão atingir os custos de produção além disso, o aumento substancial da produção animal exigirá formas de exploração mais intensivas, assim, a utilização dos recursos naturais e as questões de bem-estar serão bastante relevantes no contexto da produção mundial (ALVES et al., 2007).

Os países da União Europeia têm concentrado esforços para desenvolver sistemas de criação de poedeiras comerciais sem gaiolas, os sistemas alternativos, que oferecem ambiente mais complexo, as aves são criadas no chão em grandes grupos e com um espaço mínimo de  $1111 \text{ cm}^2 \text{ ave}^{-1}$  ou  $9 \text{ m}^2 \text{ ave}^{-1}$  (PAIXÃO, 2005), com acesso aos ninhos, poleiros ou ripados em diferentes alturas partindo do solo, área com cama para banho de areia e dependendo do tipo de sistema, uma parte pode ser aberta com acesso aos pastos.

Entre as mudanças propostas pela União Europeia está à troca do sistema de baterias em gaiolas, por sistemas que possibilitem as aves expressar seus comportamentos naturais, como: utilizar o ninho para postura, tomar banho de areia, empoleirar, bater e esticar as asas (OLIVEIRA, 2002), sendo isso consequência das mudanças e exigências de novo tipo de

consumidor, que vem se tornando cada vez mais comum e que está cada vez mais preocupado com as regras em prol do bem-estar dos animais de produção e com a qualidade de alimento que consome.

No sistema alternativo ou chalé, as codornas possuem área para movimentação, diminuindo o estresse, neste tipo de criação os animais podem ter acesso à área verde, o que tem grande contribuição no marketing, baseado na preocupação com o bem-estar animal e na redução do estresse dos animais. Os pesquisadores Ricard et al. (2006) não observaram efeito sobre a qualidade organoléptica da carne em comparação às codornas mantidas em confinamento. O manejo de aves em sistema de semiconfinamento corresponde melhor às expectativas dos consumidores com relação a sua percepção de qualidade, preocupada com o manejo adotado durante a criação dos animais.

Os termos alternativos ou agroecológicos podem, inicialmente, remeter à imagem de aves criadas com pouca tecnologia, a atividade visa atender uma demanda crescente do mercado, mas não deve suprimir o modelo de produção industrial, que em algumas regiões do Brasil não corresponde à certas expectativas psicossociais dos consumidores com relação ao bem-estar animal ou ao manejo adotado na criação de aves de corte (MARÍA et al., 2004). Entre os atrativos da avicultura alternativa destaca-se a existência do mercado consumidor preocupada em adquirir produtos com certificação diferenciada de qualidade, que possuam ingredientes naturais em seu processo de produção. Atentas à esta demanda, muitas empresas já respondem a este mercado, que na Europa, representa parcela significativa da produção avícola (BIZERAY et al., 2006).

O sistema de produção avícola alternativo adotado no Brasil foi planejado para adoção por pequenos e médios produtores, visando oferecer ao mercado um produto diferenciado, de excelente qualidade e permitir aos produtores avícolas agregar valor ao produto em relação ao sistema de produção intensivo (AVILA et al., 2000). Esta atividade está em franco desenvolvimento, com aumentos acelerados de produção. Um dos problemas observados na criação intensiva de codornas é que estas podem ficar agressivas e estressadas em razão do espaço delimitado, com baixa produtividade. O Chalé Codorna parte do princípio que é possível criar codornas soltas em piquetes, simulando um ambiente natural, onde a qualidade da carne e dos ovos podem melhorar e, com isso, os ganhos de produção (EDITORA GLOBO, 2015).

O sistema “chalé” foi desenvolvido pela Agência Mandalla DHSA, as primeiras experiências foram feitas em agosto do ano de 2012, o sistema está em constante

aperfeiçoamento, onde deve-se utilizar instalações com dois terreiros e até uma área redonda, que comportará mais de 300 codornas. Nele podem ser criadas 120 aves, preferencialmente fêmeas para postura, ou 90 fêmeas e 30 machos para a produção de matrizes.

### **2.3. Zona de conforto térmico e bem-estar**

Uma variável importante na produção animal é a análise do ambiente em que eles estão mantidos, como a ambiência das instalações e do bem-estar dos animais, para uma melhor eficiência no desempenho e produção. De acordo com Broom & Molento (2004), o termo bem-estar refere-se ao estado do indivíduo em relação às tentativas de ajuste ao ambiente no qual se encontra inserido, já o estresse é definido como o estímulo ambiental sobre os indivíduos que sobrecarregam seus sistemas de controle e reduz sua adaptação. Neste contexto, considera-se que os animais de produção têm necessidades comportamentais específicas e são capazes de alterar seu comportamento para se adaptarem ao ambiente em que vivem.

O conceito de bem-estar animal deve estar relacionado ao de sustentabilidade, assim o sistema de produção deve estar em harmonia com o ambiente, os animais, trabalhadores e a comunidade, além de ser economicamente competitivo. Deve ser considerado segundo uma visão multidisciplinar, tanto para a exata delimitação do que se entende por bem-estar animal, quanto pela necessidade de se considerar a questão diante de outros fatores de relevância para a sociedade, especialmente, a econômica (MCGLONE, 2001).

Vários indicadores podem ser utilizados para o monitoramento desse aspecto, como a saúde física (mortalidade, mobilidade, nível de injúrias), o tratamento recebido pelos animais, indicadores psicológicos derivados da fisiologia do estresse, indicadores comportamentais os quais na maioria das vezes se estabeleceram como os critérios mais pertinentes de avaliação, sendo a vocalização animal um tipo de comportamento (LE NEINDRE et al., 2004).

Considerando o comportamento de maneira geral e o social de maneira específica, é sugestivo que a frequência e a intensidade de interações agressivas, o total de coesão social e a extensão de vícios sociais possam ser utilizados para avaliação de bem-estar. Durante o estresse térmico, por exemplo, as aves alteram seu comportamento para auxiliar na manutenção da temperatura corporal dentro de limites normais. Ajustes de comportamento

podem ocorrer rapidamente a um custo menor do que os ajustes fisiológicos. Outro ponto de reconhecimento e medida pode ser pelo chamado comportamento agonístico das aves adultas alojadas (NÄÄS, 2007).

Nas condições ambientais brasileiras uma das preocupações é o estresse térmico, podendo o desconforto térmico durante períodos de temperaturas elevadas reduzirem a produção, em virtude da menor ingestão de alimentos e menor ganho de peso, e em casos extremos, levar até a morte do animal (FUKAYAMA et al., 2005). A influência do ambiente térmico nas aves varia com a espécie, idade, peso corporal, sexo, atividade física e consumo de ração pois, os animais para atingirem produtividade máxima, dependem de uma faixa de temperatura adequada, denominada de zona de conforto térmico (ZCT), onde o gasto de energia para manter a homeotermia é mínimo (BAÊTA & SOUZA, 2010).

Entretanto, a determinação da ZCT envolve o conhecimento e as interações de muitas variáveis que podem interferir nesse processo (umidade relativa do ar, manejo, ventilação, instalações e etc.), no entanto, esta zona pode variar com a idade, peso, tempo de exposição, linhagem, composição corporal, entre outros fatores ligados a esses animais em que, diante destes fatores, pode variar e estabelecer um limite crítico.

As codornas são aves extremamente exigentes quanto aos limites das variáveis climáticas, no entanto, a zona de conforto térmico das codornas em fase de produção está compreendida em torno de 18 e 24 °C (UMIGI et al., 2012). Ferreira (2005) afirma que, a temperatura interna do aviário para aves adultas poderá oscilar entre 15 e 28 °C, levando em consideração a umidade relativa do ar variando entre de 40 a 80% e uma velocidade do vento entre 0,2 a 3,0 m s<sup>-1</sup>.

A temperatura crítica superior para esses animais é considerada em torno de 28°C, abaixo da zona de conforto as aves devem gerar mais calor para manter o corpo aquecido, sendo que as aves apresentam melhor desempenho produtivo quando criadas na zona termoneutra, ou seja, em ambientes com faixa de temperatura em que a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético (FURLAN & MACARI, 2002). As mudanças no ambiente de criação que diminuam as condições de estresse podem melhorar o conforto do animal, seu bem-estar e, conseqüentemente, a produção (JONES et al., 2005). A ZCT se relaciona com o ambiente térmico ideal no qual a amplitude deve ser bem restrita, nesta zona o animal alcança seu potencial máximo e a temperatura corporal é mantida com mínima utilização de mecanismos termorreguladores (BAÊTA & SOUZA, 2010).

A zona de conforto térmico é aquela em que a resposta animal ao ambiente é positiva e a demanda ambiental é conciliada com a produção basal, acrescida da produção de calor equivalente à atividade normal e do incremento calórico da alimentação. Nessa zona (variável para cada tipo de fase e manejo), o animal alcança seu potencial máximo e a temperatura corporal é mantida com a mínima utilização de mecanismos termorreguladores (ROCHA et al., 2008).

O conforto animal era visto como um problema secundário, tanto do ponto de vista ecológico quanto produtivo, presumindo-se que o desconforto térmico seria resolvido com o uso de condicionamento artificial, sem considerar os custos e problemas de implantação dos sistemas de acondicionamento térmico, todavia, a preocupação com o conforto animal cresce cada vez mais, principalmente quando associada às respostas fisiológicas como indicadores do conforto animal (SILVA, 2001).

O intervalo de temperatura ideal para codornas a partir da quarta semana de idade deve ser de 21 a 25°C e a umidade relativa do ar em torno de 60% (SINGH & NARAYAM, 2002). Pinto et al. (2003) avaliando codornas japonesas na fase de crescimento, na região de Viçosa-MG, no período de janeiro a fevereiro, observaram que, a partir da quarta semana de idade a temperatura permaneceu elevada (29°C) em relação a temperatura de conforto das codornas (18 a 24°C).

Lima et al. (2009) em experimento em instalações para codornas de postura, registraram valores de 20,2 e 27,5°C para temperatura mínima e máxima, respectivamente, e de 84,2% para umidade relativa do ar, identificando que as codornas ficaram submetidas a estresse por calor, entretanto, não encontraram diferença significativa ( $P>0,05$ ) no consumo de ração, conversão alimentar e percentual de ovos comercializáveis.

De acordo com Baêta & Souza (2010), a zona de conforto térmico é afetada pelo animal, peso, idade, estado fisiológico, densidade de criação, nível de alimentação e genética e também pelo ambiente, como temperatura, velocidade do vento, umidade relativa do ar e radiação solar. O organismo das aves funciona como fonte de calor, necessitando, para desenvolver sua atividade vital de um desnível térmico em relação ao meio externo (COSTA, 1982). Sendo assim, é necessário que a temperatura ambiente das instalações esteja na faixa de conforto animal, para que atinja o seu potencial genético.

O calor corporal pode ser liberado pela superfície corporal por radiação através do ar para outra superfície, por condução para qualquer superfície mais fria, como as paredes do aviário e liberado através de processos convectivos, com uso da ventilação natural ou

artificial. Neste caso, a ventilação quando a temperatura do ar é de 28°C pode possibilitar uma sensação térmica de até 6 °C inferior à temperatura ambiente, para velocidades do ar em torno de 2,5 m s<sup>-1</sup>. Assim, quando a temperatura ambiental se encontra entre 28 e 30°C, os processos de trocas térmicas de radiação, condução e convecção são usualmente adequados para manter constante a temperatura corporal das aves (DONALD, 1996).

O desconforto térmico nas aves pode provocar uma série de consequências que estão intimamente ligadas à queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole (RODRIGUES, 2012). Por serem animais homeotérmicos, as aves são capazes de regular a temperatura corporal, no entanto, esse mecanismo requer por volta de 80% da energia absorvida, o que significa apenas 20% para produção. Para manter a temperatura corporal os animais possuem um centro termorregulador no sistema nervoso central (SCOLARI, 2005), que captam as sensações de frio e calor por células termo receptoras periféricas (ABREU & ABREU, 2009).

O conforto térmico das aves é importante na produção, pois temperaturas fora da zona de conforto térmico podem reduzir o desempenho animal. Os índices de temperatura e umidade não são suficientes para medir o conforto de aves, ou seja, a temperatura superficial é uma variável no bem-estar dos animais, servindo como resposta fisiológica da ave as condições inadequadas das instalações (NASCIMENTO et al., 2011).

#### **2.4. Variáveis Ambientais**

As variáveis ambientais podem afetar a produtividade animal em conjunção com outros elementos, quando estão acima ou abaixo da zona de conforto térmico, podem ter efeitos negativos sobre a utilização de nutrientes na produção, influenciar vários estágios do metabolismo. Alves et al. (2007) afirmam que, variáveis ambientais afetam de forma direta sob o animal, sendo classificadas em físicos: como área por animal, luz, som e equipamentos; sociais: densidade populacional, comportamento animal e dominância e térmicos: como temperatura, umidade relativa do ar, ventilação, evaporação e radiação.

O ambiente constitui um dos principais responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Os elementos climáticos temperatura ambiente, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento interferem em uma função vital que é a

homeotermia (TINOCO, 1996). Nesse sentido, devem ser mensurados e controlados, na medida do possível, evitando os efeitos negativos sobre o desempenho produtivo das aves (MACARI et al., 1994).

#### **2.4.1. Temperatura ambiente**

Aproximadamente dois terços do território brasileiro situam-se na faixa tropical do planeta, onde predominam as altas temperaturas do ar, isso ocorre devido à elevada radiação solar incidente e, conseqüentemente, a produção animal nos trópicos pode ser limitada, sobretudo, pelo estresse térmico (BACCARI JÚNIOR, 2001).

A temperatura ambiente é a característica física ambiental mais importante. Bons isolantes térmicos utilizados nas coberturas podem não ser suficientes para manter a temperatura ambiente dentro da faixa de temperatura ideal, se não houver melhor planejamento da forma das instalações, para que atendam às exigências de manejo e de conforto térmico do animal, com dispositivos flexíveis que aproveitem melhor as condições naturais, como a temperatura proporcionada pela sombra da árvore (ABREU & ABREU, 2001).

Os animais homeotérmicos domésticos se comportam como um sistema termodinâmico, que continuamente trocam calor com o meio, variações térmicas no ambiente externo podem causar alterações no organismo dos animais, tendo como consequência modificações nos seus padrões hormonais e balanço nutricional podendo causar diminuição na produtividade (FERREIRA, 2005).

Sabendo dos efeitos da temperatura sobre o desempenho de codornas, pode-se proporcionar maior conforto térmico às aves alojadas em ambiente térmico específico, no entanto, com a limitação da criação de aves em baterias de gaiolas aumenta o interesse para o conhecimento das exigências de manutenção e ganho daquelas que estão em piso (JORDÃO FILHO, 2008).

A redução no desempenho de poedeiras submetidas a estresse calórico constante pode estar ligada à queda no consumo de ração, evitando o aumento da produção de calor corporal devido ao incremento calórico (FARIA et al., 2001). Na medida em que a temperatura ambiente aumenta, a perda de calor sensível (condução, convecção e radiação) pelos animais vai ficando comprometida. O processo da manutenção da homeotermia somente é eficiente quando a temperatura ambiental estiver dentro dos limites da

termoneutralidade, sendo que as aves não se ajustam perfeitamente, em extremos de temperatura, podendo, inclusive, chegar a morte (SILVA et al., 2012).

Quando os animais são expostos a altas temperaturas ambientais, eles são estressados não só pelo aumento da temperatura corporal, mas também pela complexidade dos processos dissipadores de calor, que são processos metabólicos que requerem energia (CLOSE & MOUNT, 2008).

#### **2.4.2. Radiação solar**

A radiação solar representa cerca de 75% da carga térmica transferida, os principais fatores que interferem nessa transferência térmica são os materiais de cobertura, orientação da construção, projeção do telhado, insolação e a vegetação presente na circunvizinhança (MORGAN, 1990).

As variações no balanço de radiação são fundamentais nos processos atmosféricos e terrestres, alterando, por exemplo, a temperatura à superfície (SOUZA et al., 2008). A intensidade da radiação solar está relacionada com a temperatura do ambiente onde o animal vive e influencia os tecidos que revestem seu corpo. A radiação solar direta, na faixa ultravioleta, luz visível e infravermelha, é, em parte, refletida de acordo com a cor e outras propriedades do pelame do animal, sendo a parte restante, absorvida sob a forma de calor (STARLING et al., 2002).

#### **2.4.3. Índices de conforto térmico**

As instalações devem ser planejadas de modo a proporcionarem as melhores condições possíveis de conforto térmico aos animais, com o objetivo de determinar níveis de conforto térmico nas instalações, diversos índices têm sido desenvolvidos, que são dependentes de vários parâmetros inter-relacionados, destacando-se a temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento e a radiação do ambiente, a qual pode ser caracterizada pela temperatura radiante média e/ou pelas temperaturas superficiais dos elementos que circundam o ambiente (MARTA FILHO, 1993). Os índices de conforto térmico, como Índice de Termômetro de Globo Negro (ITGU), índice de temperatura e umidade (ITU) e Carga Térmica Radiante (CTR), apresentam em uma variável tanto os fatores que

caracterizam o ambiente térmico que circunda o animal, como o estresse que tal ambiente possa estar exercendo sobre ele (MOURA & NÄÄS, 1993).

Vários índices de conforto podem ser usados na avaliação do desempenho térmico dos animais, sendo os mais frequentes o ITU, ITGU, índice de temperatura equivalente (ETI) e o índice de temperatura efetiva (ITE).

Uma das formas de propiciar melhores condições de conforto aos animais, especialmente nas horas mais quentes do dia, é o sombreamento natural ou artificial, que reduz a carga térmica de radiação (CTR) incidente sobre o animal (BAÊTA & SOUZA, 2010), diferentes tipos de telhas em instalações zootécnicas. Fiorelli et al. (2009) citam que, o máximo do IITGU no decorrer do dia foi atingido em torno das 14h, para todas as coberturas avaliadas, constatando-se assim, relação entre a máxima radiação solar com o índice aplicado.

A carga térmica radiante (CTR) é a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante a ele. Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (BOND & KELLY, 1955). Para Bedford & Warner (1934), o termômetro de globo negro (TGN) é uma maneira de indicar os efeitos combinados de radiação, convecção e sua intervenção no organismo vivo, podendo ser utilizado como parâmetro para a avaliação das condições internas das instalações (SEVEGNANI, 2005).

#### **2.4.4. Movimento do ar**

O vento atua sobre os animais domésticos ajudando na eliminação do calor corporal na superfície do corpo, efetuando essa eliminação por convecção e, principalmente, favorecendo a evaporação, contribuindo para a eliminação do excesso de calor em ambiente de temperatura elevada (MEDEIROS & VIEIRA, 1997). A velocidade com que o ar se move sobre a pele do animal tem importante ação na perda de energia, atuando na maior ou menor possibilidade de o animal perder calor pelo contato de sua pele com o ar. Esse mecanismo é mais notável quando a temperatura do ar é mais baixa que a do animal.

Segundo Tinoco (2001), a velocidade do ar em torno de 1,0 a 2,5 m s<sup>-1</sup> associada ou não a outros parâmetros climáticos, ajudam na tentativa de reduzir a carga térmica das aves. Medeiros (2001) corrobora com a informação, quando comenta que a máxima produtividade de frangos para as condições climáticas brasileiras é obtida, quando a temperatura está no

intervalo de 21 e 29°C, com umidade relativa de 50 a 80% e velocidade do ar de 1,5 a 2,5 m s<sup>-1</sup>.

#### **2.4.5 Evaporação**

Nos climas quentes, a evaporação é o principal processo de eliminação do excesso do calor corporal e é prejudicada pela umidade do ar elevada e favorecida pelos ventos. A evaporação processa-se, em especial, na superfície do corpo, mas ocorrem também no seu interior, no aparelho respiratório. O ar inspirado, em contato com a umidade dos alvéolos pulmonares e das paredes dos condutos respiratórios, acarreta a sua evaporação, pois o ar expelido é quase saturado de vapor d'água, o que contribui para a perda de calor (BACARI JR, 2001). De acordo com Macari et al. (2004), esse fenômeno constitui um mecanismo de regulação térmica importante para as aves, por não possuírem glândulas sudoríparas perdem uma grande quantidade de calor pela evaporação.

#### **2.4.6 Temperatura da água**

A principal fonte de água para os animais é a água de beber, entretanto, o consumo dependerá, fundamentalmente, de sua temperatura e, em geral a temperatura da água tende a se assemelhar a temperatura do ambiente e isto deve ser uma preocupação constante de manejo, pois se o ambiente está quente a água deverá estar fria, por controle indevido controle deste aspecto pode estar quente e não acessível para os animais, pois o consumo de água diminui à medida que a temperatura da água também aumenta, pois, as codornas são capazes de identificar diferenças de temperatura da água de até 2°C (LEESON & SUMMERS, 2001). Segundo MACARI (1996), é possível concluir que as aves preferem água com temperatura igual ou inferior a 24°C.

#### **2.4.7. Umidade relativa do ar**

Umidade relativa do ar é um fator bioclimático que tem influência direta nas condições térmicas ambientais, sendo que quando atinge valores muito baixos ou muito altos constitui-se em um fator negativo para a produtividade animal (FERRO e al., 2020) A umidade relativa do ar representa a quantidade de umidade atual em comparação com a

quantidade máxima de umidade que poderia ser contida num determinado volume de ar a uma determinada temperatura, em outros termos, a faixa de umidade relativa que resulta em melhor desempenho animal ocorre entre 50 e 80% (KOCAMAN et al., 2006).

## **2.5. Materiais de cobertura**

A temperatura no interior das edificações recebe interferência de fontes internas (cargas internas promovidas pelos equipamentos, iluminação artificial, entre outras) e externas (elementos climatológicos, principalmente a temperatura do ar e a radiação solar). A energia solar absorvida causa acréscimo da temperatura do telhado em comparação com a temperatura do ar ambiente (FAGHIIH & BAHADORI, 2010), desse modo, o telhado das instalações tem sido o elemento mais proeminente a ser considerado para promover o conforto térmico dos animais em regiões de clima quente, sendo um elemento utilizado para reduzir o ganho de calor total da telha, o que fornece efeito refrescante para as instalações (FAGHIIH & BAHADORI, 2010).

Em uma instalação de produção o ambiente térmico é influenciado pelo telhado, pois este absorve grande parte da energia proveniente da radiação solar e transmite para o interior das edificações, aumentando os ganhos térmicos e, com isso, eleva a temperatura interna, tal fato se deve à grande área de interceptação de radiação (MICHELS, 2007).

A baixa temperatura da superfície do telhado também induz uma baixa condução de calor para o interior da instalação. A utilização de materiais reflexivos à radiação solar traz benefícios econômicos, por permitir a diminuição do ganho de calor pelos telhados, visto que, uma cobertura exposta ao sol age como coletor de energia solar (WRAY & AKBARI, 2008).

Em áreas não cobertas as variações de temperatura tendem acompanhar a variação da temperatura ambiente local, enquanto, em instalações cobertas há um comportamento térmico mais suave no decorrer do dia, pois a cobertura ameniza as variações e não deixa a flutuação térmica ocorrer de forma abrupta (SAMPAIO et al., 2011). Entre as características do telhado que influenciam no ambiente térmico no interior de uma instalação destaca-se o material constituinte das telhas, sua natureza superficial e a existência e efetividade de isolantes térmicos e forros (CONCEIÇÃO et al., 2008).

A maior parte dos trabalhos relacionados aos materiais de cobertura para as condições climáticas brasileiras avalia o aquecimento térmico do ambiente e propõe

soluções quando for o caso, pois o Brasil apresenta verões quentes e grande parte dos animais sofre de estresse pelo calor, contudo, também possui regiões de climas adversos, de frio intenso ou com parte destas condições, neste caso esta avaliação pode não ser correta, as características climáticas pontuais de cada região devem ser respeitadas (SAMPAIO et al., 2011).

A cobertura, por representar grande parte da envolvente, é o fator que tem grande ação sobre as condições do ambiente para a criação animal. Sua efetividade normalmente está associada ao tipo do material constituinte das telhas, caracterizado pelo isolamento, amortecimento e retardo térmico e à natureza superficial, definida pela absorvidade e emissividade radiante.

### **2.5.1. Telha cerâmica**

Uma cobertura ideal é um desafio nos sistemas construtivos e na produção animal as coberturas de telha de barro são as que têm propiciado melhores condições térmicas ambientais, contudo, por causa da estrutura de sustentação que requerem, normalmente de madeira, sua utilização pode ser inviável do ponto de vista econômico e ambiental (HUYNH et al., 2006).

A telha cerâmica é uma opção que se adequa ao clima tropical, oferecendo uma ótima relação de custo-benefício, estando disponível em uma variedade de formas, que variam quanto ao tipo de encaixe, rendimento por m<sup>2</sup>, inclinação exigida dos panos do telhado, proporcionando assim, uma variedade considerável de alternativas arquitetônicas (JACOMÉ et al., 2007). As principais características são: isolamento térmico: a argila queimada ou cozida tem bom comportamento térmico, atuando como isolante tanto para o frio como para o calor; isolamento acústico: inibe a propagação externa de sons aéreos; difusão do vapor: graças à sua porosidade, a argila cozida absorve a umidade interior das coberturas nos dias úmidos e chuvosos, eliminando-a em condições mais adequadas sob a ação do calor ou vento; variação de volume: a expansão por umidade e a expansão térmica são reduzidas ao mínimo quando se usa argilas convenientemente processadas e submetidas à queima em condições controladas e a resistência ao fogo: produtos concebidos da argila, por sua natureza, não são inflamáveis (JÁCOME et al., 2007).

### **2.5.2. Telha Fibrocimento**

As telhas de fibrocimento são bastante utilizadas em instalações rurais, são constituídas por fibras sintéticas e cimento. Segundo (JENTZSCH, 2002), a principal vantagem do fibrocimento frente às telhas cerâmicas é o peso do telhado onde o peso da estrutura fica reduzido em relação às telhas de barro, exigindo menos carregamento em pilares e vigas da estrutura, tendo instalação mais simples em razão de suas maiores dimensões, necessitando de menos ripas no telhado e sua limpeza é muito mais fácil, pois possui poucas reentrâncias.

As telhas de fibrocimento podem ter melhor custo/benefício, são resistentes e leves, necessitando de engradamento de telhado mais simples devem ser bem fixadas nas terças para que não tenha problemas com chuvas e ventos (MORAES et al., 1999), onde o trespasse recomendado é de 15cm a 20 cm.

### **2.5.3. Pintura branca**

O uso de pintura branca nas telhas promove a reflexão da radiação solar, acarretando uma redução na quantidade de calor de radiação gerado na cobertura e, se a quantidade de calor é menor, mais baixo será o fluxo térmico e melhores serão as condições de conforto térmico. A solução através da pintura em cor branca na telha se revelou ótima em termos de melhoria do conforto, mas ela por si só não resolve o problema, devido ao caráter temporário da propriedade refletiva à radiação solar (ETERNIT, 1981).

Os pesquisadores Vaz et al. (2007) avaliaram o ambiente térmico pela temperatura de globo negro com modelos cobertos com telha cerâmica, telha cerâmica pintada de branco, telha reciclada a base de embalagens longa vida e telha de fibrocimento, concluíram que para Região da Alta Paulista, nenhuma das telhas avaliadas proporcionou conforto térmico adequado a qualquer tipo de criação animal, estando todas as temperaturas acima do ponto crítico de termoneutralidade dos animais.

#### **2.5.4. Pintura com Geotinta**

A geotinta utiliza em sua composição água, barro ou argila e cola ou goma de mandioca, é durável, simples de preparar e aplicar, possibilitando a mistura de várias cores, além de ser econômica e sustentável. A pintura a base de tinta de terra surge como possibilidade inovadora para a promoção de novas posturas frente aos recursos edáficos por ser de baixo custo e impacto ambiental mínimo, já que o material é atóxico, apresenta boa qualidade e durabilidade, com custo 30% inferior ao da tinta convencional, compreende produtos, técnicas e metodologias que visam a transformação social, favorecendo a organização das comunidades por meio do exercício da cooperação entre as pessoas, desenvolvendo a criatividade e ocasionando a melhoria da auto estima dos envolvidos (ARAÚJO, 2007).

Raposo (2007) cita que, a diversidade de cores para a pintura é conseguida a partir das cores básicas dos solos da região e das falésias, acrescido de água e cola branca, podendo ser feito o uso dos coprodutos de mineração, como alternativa de uso para promoção da sustentabilidade ambiental, a exemplo do caulim, bem como das rochas trituradas, como hematita e vermiculita.

#### **2.6. Entalpia**

A entalpia é uma propriedade física que determina a quantidade de energia armazenada nas substâncias, para o ar atmosférico esta propriedade poderá ser determinada conhecendo-se a temperatura do ar e a quantidade de vapor. A entalpia é um índice físico que pode ser usado para correlacionar temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar a um determinado ambiente, em que para cada estágio de crescimento e produção as aves têm uma situação ideal (ARADAS, 2001), quanto maior a entalpia maior a quantidade de energia presente no ar e maior o desconforto encontrado pelos animais, pois a perda de calor através de processos evaporativos torna-se mais difícil.

A entalpia pode ser utilizada como índice para medir o desconforto de animais domésticos. Sobre essa questão Alves et al. (2007), propôs uma equação para a determinação da entalpia do ar na qual as variáveis eram a razão de mistura entre ar seco e ar úmido e a temperatura do ar, Villa Nova (2007) simplificou a equação para que o valor da

entalpia pudesse ser calculado a partir do conhecimento da temperatura do ar, da UR% e da pressão atmosférica do local.

Segundo Savastano Junior et al. (1997), quanto maior a entalpia maior é o calor existente no ambiente e mais desconfortante é o ambiente, portanto o conceito da entalpia, para seleção de períodos críticos, permite a avaliação correta da produção e da mortalidade, no caso de situações completamente adversas à zona de termo neutralidade (NÃÃS et al., 1995).

Dentre os índices de avaliação de conforto térmico estudados, a entalpia tem sido proposta como o índice mais adequado para a avaliação do ambiente interno de aviários de frangos de corte, isso porque é um índice que depende basicamente da temperatura e da umidade relativa do ar. Ela expressa à quantidade de energia presente no ambiente e a facilidade de aquisição das variáveis necessárias para seu cálculo facilita o seu uso por parte dos produtores (SILVA et al., 2010).

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Geral**

O objetivo reside em avaliar os índices bioclimáticos e a temperatura da água para criação de codornas em sistema alternativo na região semiárida brasileira em instalações utilizando diferentes materiais de coberturas, pintadas de branco e com geotinta.

#### **3.2. Específicos**

- Avaliar a redução da temperatura e melhores condições de conforto proporcionadas pelos diferentes tipos de cobertura;
- Indicar a eficiência térmica dos diferentes materiais de cobertura avaliados, através dos índices de conforto;
- Determinar os gradientes de temperaturas para os materiais de cobertura estudados;
- Determinar a temperatura da água de bebida no interior das instalações nos diferentes materiais de cobertura;
- Determinar a entalpia para os materiais de cobertura estudados.

## 4. Material e Métodos

### 4.1. Local

O trabalho foi realizado na área experimental do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Sumé, PB, na Microrregião do Cariri Ocidental, que apresenta coordenadas geográficas: Latitude: 07° 40' 18" S Longitude: 36° 52' 48" W, altitude de 532m e área de 843,2 Km<sup>2</sup>. De acordo com a classificação de Köppen (1931), o clima da região é do tipo climático BSh, ou seja, seco (semiárido) (Cadier et al., 1983). A estação chuvosa se concentra em três meses do ano, com precipitação anual média de 538 mm, temperatura média de 24°C, máximas em novembro e dezembro e mínimas em julho e agosto. O solo predominante é o bruno não cálcico vértico, representativo da zona semiárida, com permeabilidade lenta, definidos como rasos, apresentando profundidade de 0,5 a 1,0 m, com ocorrência de afloramento de rocha, com relevo de pouco ondulado a ondulado (Srinivasan et al., 2003).

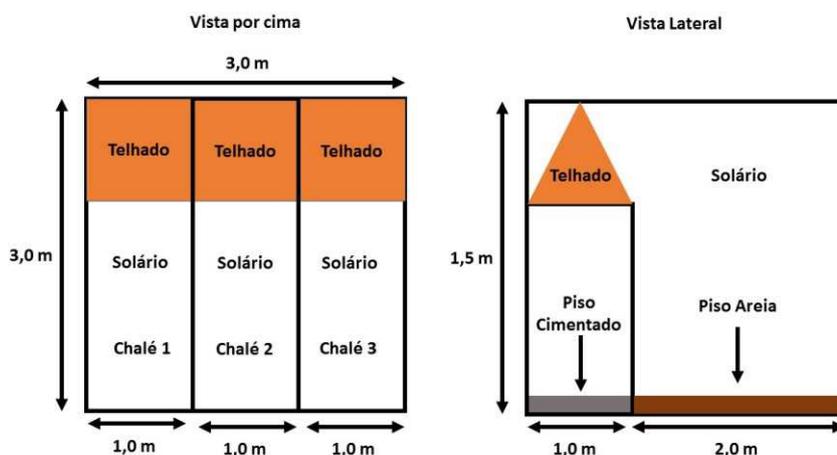
### 4.2. Proposta de um sistema alternativo para criação de codornas

O Sistema alternativo tomou como base o sistema de chalé, proposto pela Agência Mandalla DHSA, do município de João Pessoa, Paraíba, Brasil (Figura 1).



**Figura 1.** Chalé para criação de 100 codornas proposto pela Agência Mandalla DHSA.

Para tanto, foram realizadas adaptações da proposta, onde no projeto original existe uma área com água, que foi retirada e substituída por areia, além disso, também se optou pela altura da área coberta de 1,5m (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui do Chalé para codornas.

#### 4.3. Período experimental e instalações

O período experimental ocorreu nos meses de maio a agosto de 2017, sendo as variáveis climáticas coletadas durante 18 dias para cada tipo de cobertura. Construiu-se três instalações de 3,0 x 3,0 m de comprimento e largura cada, em terreno plano, livre de sombreamento, posicionados no sentido leste oeste e distanciados 1,5 m entre elas, onde cada instalação foi dividida em três áreas de 1,0 x 3,0 m, sendo 1,0 m<sup>2</sup> de área coberta (altura de 1,5m) e 2,0 m<sup>2</sup> exposto ao sol (altura de 1,5 m), sendo o piso da área exposta de areia lavada peneirada (1,0 m<sup>2</sup>) e cimentada (1,0 m<sup>2</sup>), todo o chalé e suas divisórias cercados com tela de pinteiro (Figura 3).



**A: vista lateral**



**B: Vista frontal**

**Figura 3.** Croqui das instalações do experimento (A) vista lateral (B) vista frontal

Os materiais das coberturas utilizadas foram à telha cerâmica (TC), fibrocimento (TF), cerâmica pintada de branco (TCPB), fibrocimento pintada de branco (TFPB), cerâmica pintada de geotinta (TCPG) e fibrocimento pintada de geotinta (TFPG). A telha cerâmica tinha 25,9 e 43,9 de cm largura e comprimento, respectivamente, e 7,0 mm de espessura. A de fibrocimento 1,10 e 1,22 m comprimento e largura, respectivamente, espessura de 6,0 mm. A telhas foram pintadas na face externa com pintura branca a base de cal, água e cola, numa proporção de um kg de cal, 10 litros de água e um kg de cola branca. Já a geotinta preparada a base de solo, água e cola, com coloração aproximada ao marfim e para sua confeccionar 1,5 litros de geotinta utilizou-se: 1,0 litro de água, 700 gramas de solo (classificado como luvisolos) e 100 gramas de cola branca, misturando os ingredientes até

uma completa homogeneização, em seguida colocou-se a mistura em descanso por aproximadamente 12 horas, após este período foi feita uma nova homogeneização da mistura e depois as telhas foram pintadas com uma demão de geotinta.

#### 4.4. Coleta de Dados

Cada material de cobertura permaneceu em cada instalação por 18 dias, sendo este período dividido em duas coletas de nove dias para cada período. Durante o experimento a cada três dias trocava-se as posições das coberturas entre elas para evitar o efeito sombreamento e que a radiação solar tivesse comportamento semelhante e uniforme em todas as situações e tipos de cobertura estudada (Figura 4).



**Figura 4.** Diferentes materiais das coberturas.

Os horários de coletas foram às 6:00; 9:00; 12:00; 15:00 e 18:00 horas, diariamente, com os equipamentos colocados em uma altura de 25 cm do solo, na altura de massa das codornas, cada instalação na área coberta foi equipada com termômetro de globo negro, termohigrômetro e recipiente com água para quantificação da água evaporada e posterior cálculo da taxa diária de evaporação, com estes equipamentos colocados dentro das instalações, expostos ao sol e a sombra para coleta dos dados.

#### **Instrumentos e medições**

Todos os equipamentos e instrumentos utilizados nesse trabalho foram adquiridos com o certificado de garantia do INMETRO.

As variáveis climáticas foram coletadas durante 18 dias para cada tipo de cobertura. As variáveis coletadas nos ambientes são temperatura (TA) e umidade relativa do ar (UR), coletados através de termohigrômetros instalados a 25 cm de altura (Figura 5A); temperatura

de globo negro (TGN), através de termômetro inserido dentro do globo negro, instalados a 25 cm de altura (Figura 5B); temperatura externa e interna da cobertura, através de termômetro infravermelho com mira laser posicionado a 30 cm da cobertura em seis pontos diferenciados para cada lado, para posteriormente realizar a média (Figura 5C); a velocidade do vento (VV) por meio de um anemômetro digital portátil posicionado na altura aproximada de 50 cm (Figura 6D); evaporação da água, através da diferença do peso da água colocada pela água retirada em 24 horas e a temperatura da água, realizada através de termômetro infravermelho com mira laser posicionado a 30 cm da água (Figura 5C)



**Figura 5.** Instrumentos usados nas medições (Fonte: Imagens A, C e D retirada google.com)

#### 4.5. Índices bioclimáticos

1. Índice de globo e umidade (ITGU ou BGHI) utilizado foi o proposto por Buffington et al. (1981).

$$ITGU = TG + 0,36 \times TPO + 41,5$$

Onde:

ITGU = Índice de globo e umidade (adimensional)

TG = Temperatura de globo negro (°C)

TPO = Temperatura de ponto de orvalho (°C)

2. Carga térmica radiante (CTR), proposta por Esmay & Dixon (1986)

$$CTR = \sigma \times (TRM)^4$$

$$TRM = 100 [2,51 VV^{1/2}(TGN - TA) + (TGN/100)^4]^{1/4}$$

Onde:

CTR = Carga térmica radiante

$\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann

TRM = Temperatura radiante média

VV = Velocidade de vento

TGN = Temperatura globo negro

TA = Temperatura ambiente

3. Temperatura efetiva (TE) proposta por Missenard (1937) – temperatura sentida pelos animais

$$TE = T - 0,4 [(1 - UR/100)] \times (T - 10)$$

Onde:

TE = Temperatura efetiva

T = Temperatura do ar

UR = Umidade relativa do ar

4. Entalpia (H) (Villa Nova, 2007)

$$H = Tbs + [(2,85/P) \times 10^{7,5ts/(237,3 + ts)} \times (UR/100) \times 2487 - 2,3 ts]$$

Onde:

H = Entalpia ( $\text{kJ kg ar seco}^{-1}$ )

Tbs = Temperatura de bulbo seco

UR = Umidade relativa do ar

5. Gradiente térmico médio superior da telha – diferença entre temperatura do ambiente com a temperatura externa da telha

$$\text{GTMS} = T_a - T_s$$

Onde:

GTMS = Gradiente térmico médio superior da telha

$T_a$  = Temperatura ambiente

$T_s$  = Temperatura externa da telha

6. Gradiente térmico médio inferior da telha – diferença entre temperatura do ambiente com a temperatura interna da telha

$$\text{GTMI} = T_a - T_i$$

Onde:

GTMI = Gradiente térmico médio inferior da telha

$T_a$  = Temperatura ambiente

$T_i$  = Temperatura interna da telha

#### **4.6. Delineamento Estatístico**

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) num esquema fatorial (8x5), sendo oito tipos de telhado e 5 horários de coleta com dezoito repetições, cada divisão do chalé foi considerada uma repetição. Os dados foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o PROC GLM do pacote estatístico SAS (2001).

## 5. Resultados e discussão

As variáveis climáticas apresentaram efeito significativo para o tipo de telhado e os horários do dia ( $P < 0,05$ ), considerando a interação tipo de telhado e horários do dia apenas as variáveis temperatura da água ( $P = 0,0040$ ) e velocidade do vento ( $P = 0,0408$ ) apresentaram resultados expressivos (Tabela 1).

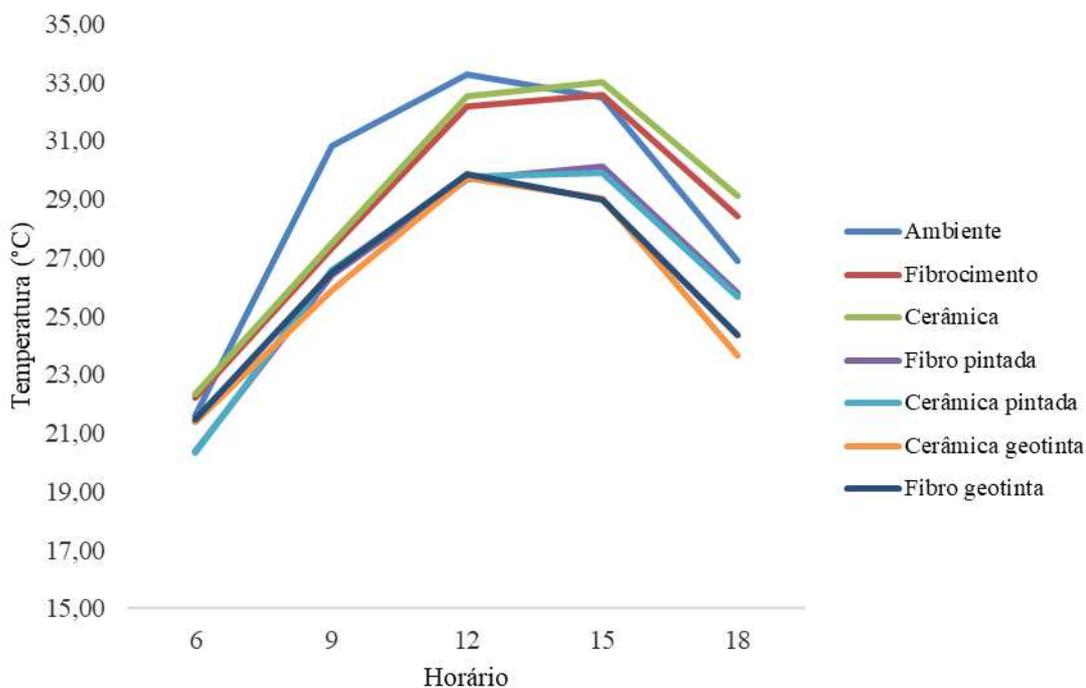
A temperatura interna do ar apresentou valores mais elevados nas coberturas de fibrocimento e cerâmica e mais baixos nas telhas pintadas, demonstrando eficiência para esta variável, pois observa-se redução na temperatura do ar de 8,54% nos ambientes com telhas de cerâmica pintada (branco e geotinta) para as telhas não pintadas, ocorrendo o mesmo comportamento com o fibrocimento pintado (branco e geotinta), redução na temperatura de 7,0% em relação as telhas não pintadas. Já a temperatura do ar externa, com exceção das 15 às 18 horas, foi superior nos diferentes tipos de cobertura nos diferentes horários e considerando a temperatura interna após as 6 horas, houve tendência de elevação, com picos de temperaturas mais elevadas concentrados das 12 e 15 horas (Figura 6).

O ideal para a máxima produção animal é que a temperatura do ar permaneça na zona de conforto térmico dos animais, quando estão acima ou abaixo desta zona pode haver limitação no desenvolvimento produtivo e reprodutivo, sendo que os valores da temperatura do ar interno para o telhado de fibrocimento e cerâmica não proporcionaram conforto para as codornas, que para animais em produção seria de até 28°C, umidade relativa do ar variando entre de 40 a 80% e uma velocidade do vento entre 0,2 a 3,0 m s<sup>-1</sup> (Ferreira, 2005).

Tabela 1. Médias dos índices bioclimáticos, temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura globo e umidade (ITGU), velocidade do vento (VV), carga térmica de radiação (CTR), temperatura da água (Tágua), temperatura efetiva (TE) e entalpia (Ent) durante o período experimental

Efeitos	Interno							
	TA (°C)	UR (%)	ITGU	VV (m s <sup>-1</sup> )	CTR (W m <sup>-2</sup> )	Tágua (°C)	TE (°C)	Ent (Kj kg <sup>-1</sup> )
Coberturas								
Fibrocimento	28,46a	60,36bc	79,52a	1,01ab	539,01	26,03ab	25,22a	69,17a
Cerâmica	28,91a	53,62c	78,82a	0,67b	528,32	26,22a	25,13a	68,66ab
Fibro pintada	26,47b	61,56bc	76,42b	1,28a	538,43	25,05abc	23,65b	66,22c
Cerâmica pintada	26,44b	60,24bc	76,21b	1,27a	532,37	24,46abc	23,57b	66,02c
Cerâmica geotinta	25,92b	71,04a	75,17b	1,17a	528,62	24,38c	23,92b	67,39abc
Fibro geotinta	26,23b	66,93ab	75,90b	1,17a	527,04	24,61bc	23,91b	67,09bc
Horários (h)								
06	21,34c	87,43a	70,47d	0,16d	437,66c	22,30d	20,78c	62,51c
09	26,71b	62,46b	77,24b	1,33b	560,57b	25,13bc	24,19b	67,31b
12	30,55a	49,19c	81,84a	1,74a	633,10a	27,48a	26,35a	70,67a
15	30,59a	49,65c	81,13a	1,32b	558,53b	26,26ab	26,24a	70,44a
18	26,17b	62,74b	70,36c	0,94c	471,63c	24,88c	23,60b	66,17b
EPM	2,37	14,18	2,68	0,60	101,97	2,55	1,64	3,33
Valor de P								
Cobertura	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0,9877	0,0019	<.0001	<.0001
Horário	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
C*H	0,4548	0,8286	0,7854	0,0408	0,1074	0,0040	0,6112	0,7604

Letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, EPM = erro padrão da média

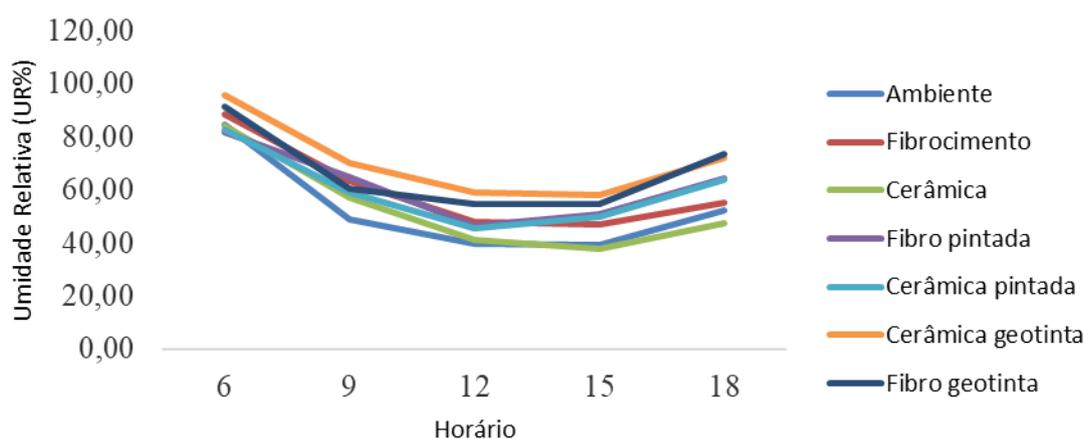


**Figura 6.** Médias da temperatura no ambiente interno das instalações e área externa

A UR interna das instalações com telhados com cerâmica e fibrocimento pintados com geotina apresentaram valores mais elevados (Tabela 1), ao comparar tanto no ambiente interno como no externo, existe uma diminuição no valor da UR (Figura 7), sendo que a umidade relativa apresentou comportamento inverso da temperatura ambiente (Figura 7), onde às seis horas apresentou valores acima de 60%, posteriormente, foi decrescendo até às 15 horas com umidade em torno de 40%. Ferreira (2005) afirma que, a temperatura interna do aviário para aves adultas poderá oscilar entre 15 e 28 °C, com umidade relativa do ar variando entre de 40 a 80%, portanto, os valores encontrados estão dentro da ZCT para as aves.

A temperatura e umidade relativa do ar são os fatores térmicos que afetam diretamente as aves, comprometendo a regulação da homeotermia, função alcançada através de processos delicados e latentes de perda de calor (OLIVEIRA et al., 2006). UR abaixo ou acima da ideal pode diminuir a capacidade das aves de suportarem o calor, já que sob elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, maior será a dificuldade das aves em dissipar o calor, o que pode levar a um aumento da frequência respiratória e cardíaca, comprometendo o desempenho das aves (NASCIMENTO et al., 2012).

De acordo com ESMAY & DIXON (1986), quando as condições ambientais no interior da instalação não estão dentro de limites adequados (zona de termoneutralidade), o ambiente térmico torna-se desconfortável, porém, o organismo dos animais pode ajustar-se fisiologicamente para manter sua homeotermia, seja para conservar ou dissipar calor. Para isso, ocorre desperdício de energia, com redução da eficiência produtiva.



**Figura 7.** Médias da umidade relativa do ar no ambiente interno das instalações e área externa

O valor de ITGU foram maiores nas coberturas de fibrocimento e cerâmica, variando de 75,17 até 79,52 (Tabela 1), já no ambiente externo os valores foram mais elevados em relação aos internos, variando de 79,14 até 83,22 (Tabela 1). Sousa et al. (2014) afirmam que, em relação ao ITGU, para codornas em fase final e de crescimento ITGU médio de 75,3 e 75,8 caracterizam o ambiente como de conforto, portanto, apenas os telhados pintados com geotinta apresentaram valores dentro desta faixa. A pintura branca nas telhas pode ter proporcionado essa maior influência, pois, a cor branca tende a refletir a incidência dos raios do sol, diminuindo a absorção de calor.

Dentre os fatores de importância nas instalações para aves, estão os telhados, mais precisamente o material utilizado, onde a maioria dos galpões comerciais brasileiros estão no sentido leste oeste, dessa forma, recebem radiação solar direta, durante todo o dia, segundo Medeiros et al. (2005) cerca de 75% do calor no interior dos galpões provém do telhado, ou seja, é resultante da incidência solar do telhado transferida para o interior do galpão.

A velocidade do vento foi menor nas instalações com telhado de cerâmica em relação as telhas pintadas (Tabela 1). Menegali et al. (2013) relatam que, a velocidade do vento é

importante para diminuir a temperatura do ambiente uma vez que, as variações térmicas do ambiente de criação são fortemente influenciadas pela velocidade do vento (Blakely et al., 2007), acometendo a performance das aves. As altas velocidades diminuem a temperatura efetiva, sendo assim, a presença de correntes de ar é prejudicial em ambientes frios. No entanto, em ambientes quentes, certos valores de velocidade do ar podem amenizar o calor. Ruzal et al. (2011) relatam que, altas taxas de ventilação ( $3 \text{ m s}^{-1}$ ) afetam positivamente a produção das aves. Para Ferreira (2016), a velocidade do ar no interior das instalações para aves adultas pode oscilar de 0,2 a  $3,0 \text{ m s}^{-1}$ , portanto, em todas as instalações esta variável ficou dentro da média. Nääs (1989) cita que, ventos com velocidades inferiores a  $0,2 \text{ ms}^{-1}$  próximo aos animais, produzem efeito benéfico no seu bem-estar, mas, acima deste valor, os efeitos podem ser prejudiciais à saúde e provocar doenças pulmonares, principalmente, para aves em fase inicial.

As variações térmicas do ambiente de criação são fortemente afetadas pela velocidade do ar, acometendo significativamente a performance das aves (Blakely et al., 2007), sendo que altas velocidades diminuem a temperatura efetiva, ou seja, a presença de correntes de ar é prejudicial em ambientes frios. No entanto, em ambientes quentes, certos valores de velocidade do ar podem amenizar o calor. Ruzal et al. (2011) informam que, altas taxas de ventilação ( $3 \text{ m s}^{-1}$ ) afetam de forma positiva a produção de ovos em sistemas de gaiolas.

A importância da intensidade e distribuição do ar nas instalações se dá pela sua influência sobre o comportamento ingestivo dos animais, sendo este aspecto intimamente relacionado ao desempenho deles. Sobre essa questão, Yahav et al. (2004), estudando o efeito da velocidade do vento no desempenho de frangos de corte submetidos a estresse por calor, concluíram que, as aves expostas a velocidades do ar mais elevadas ( $2,5$  e  $3 \text{ m s}^{-1}$ ) tiveram melhores resultados para o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar quando comparadas às aves submetidas a velocidade do ar de  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ .

Segundo BAETA e SOUZA (2010), ambientes cuja CTR apresente valores até  $450 \text{ W m}^{-2}$  são considerados confortáveis para aves, sendo que valores encontrados no presente experimento estão acima deste valor, o que pode representar uma situação de estresse para os animais. Os ambientes apresentaram valores médios maiores, apenas às 6 e 18 horas a CTR abaixo das condições térmicas favoráveis. ALMEIDA e PASSINI (2013), avaliando os diferentes tipos de coberturas, encontraram valores de CTR superiores para a cobertura de cimento amianto ( $627,0 \text{ Wm}^{-2}$ ) às 14h, observando também que a partir desse horário a CTR

mostrou um comportamento decrescente, não corroborando com o comportamento do presente estudo. Os autores FIORELLI et al. (2012) também verificaram maiores índices de conforto térmico às 14h, sendo tal comportamento térmico justificado por ser o horário de maior radiação solar. Contudo, OLIVEIRA et al. (2015), em pesquisas com modelos de galpões com telhas térmicas e telhas de alumínio, encontraram valores de CTR que correspondem 466,2 e 482,2 Wm<sup>-2</sup>, respectivamente, no horário das 14 h, sendo inferiores aos encontrados neste experimento.

O telhado de galpões de frangos de corte pintados na face externa na cor branca é uma boa alternativa na redução da temperatura externa e interna nos galpões (Rosa, 2001), conseqüentemente, condiciona melhores índices de produção. A pintura do telhado com cores claras atenua o efeito da irradiação solar sobre os galpões, sendo uma alternativa na melhoria da eficiência térmica do telhado (MORAES, 2002). Segundo Moura (2001), a pintura do telhado de galpões de frangos de corte produziu efeito positivo na redução da temperatura do meio abaixo dela e possui baixo coeficiente de absorção de irradiação solar.

A condição térmica verificada no interior das instalações é derivada do tipo de material usado e das características construtivas das edificações, da espécie e do número de animais alojados, como também do manejo e das modificações oriundas tanto dos equipamentos que compõe o sistema produtivo, quanto daqueles designados ao acondicionamento térmico ambiental e, principalmente, das condições climáticas locais (BAÊTA & SOUZA, 2010).

O calor corporal pode ser liberado pela superfície corporal por radiação através do ar para outra superfície, pode ser transferido por condução para qualquer superfície mais fria como as paredes do aviário como também através de processos convectivos, com uso da ventilação natural ou artificial (Saltoratto et al., 2013). Neste caso, a ventilação quando a temperatura do ar é de 28°C pode possibilitar uma sensação térmica de até 6°C inferior à temperatura ambiente, para velocidades do ar em torno de 2,5 ms<sup>-1</sup>. Assim, quando a temperatura ambiental se encontra entre 28 e 30°C, os processos de trocas térmicas de radiação, condução e convecção são usualmente adequados para manter a temperatura corporal das aves constante.

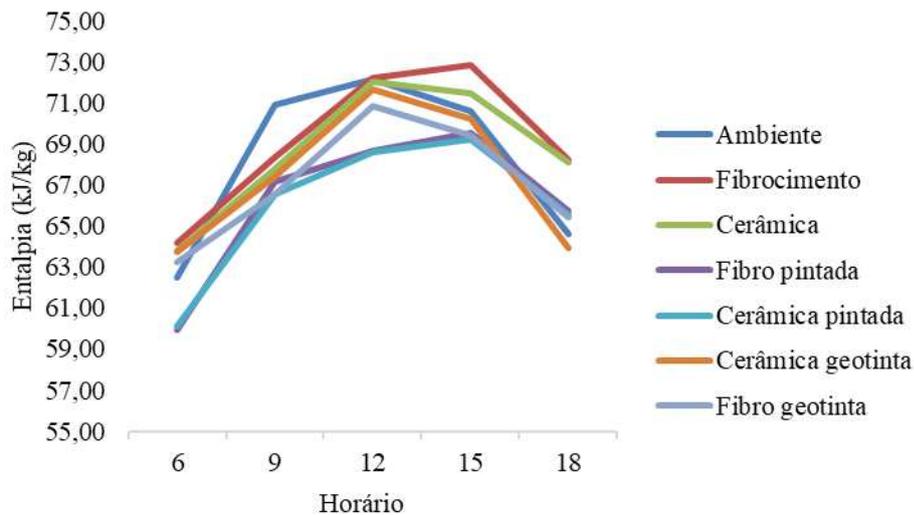
A temperatura água teve valores mais baixos nas instalações com telhas pintadas com geotina (Tabela 1), as temperaturas nos diversos tratamentos ficaram acima do que é recomendado, onde está temperatura para frangos de corte deve estar abaixo de 24°C (Macari & Furlan, 2004). A resposta desencadeada no nervo lingual da ave inicia-se quando

a temperatura da água fica na faixa de 24° C, quando esta temperatura atinge 36°C há elevação da atividade nervosa, dez vezes maior do que a 24°C (MACARI, 1996b). Esse efeito neurofisiológico mostra que, a temperatura da água acima de 24°C pode ser percebida pela ave, sendo transmitida por informação térmica emitida pelo sistema nervoso central, caso haja possibilidade de escolha, a ave optará por água com temperatura inferior a 24°C e inferior a temperatura corporal (MACARI, 2001).

Animais devem ingerir quantidades adequadas de água em intervalos regulares, especialmente, em ambientes quentes (ABREU & AREU, 2000), e reduzem o consumo ou rejeitam a água de bebida quando sua temperatura se eleva acima do ambiente. Segundo Abreu & Abreu (2000), a eficiência em eliminar calor corporal será tanto maior quanto maior for o gradiente de temperatura entre a água e o animal, ou seja, quanto menor a temperatura da água, maior será sua potencialidade em contribuir para reduzir a temperatura corporal do animal que a ingere.

Considerando os horários os valores de TE tiveram comportamento crescente das 6 até às 12 horas, quando começou a reduzir, sendo o valor mais elevado registrado no horário das 12 horas (72,83 kJ/Kg de ar seco), nesse horário o ambiente externo apresentou valor para mesma variável de 72,15 kJ/Kg de ar seco.

A entalpia foi mais baixa nos ambientes cobertos com telhas de fibrocimento e cerâmicas pintadas, pois, a mesma indica a quantidade de energia contida em uma mistura de ar seco e vapor d'água, por isso, as trocas térmicas são alteradas com a modificação da umidade relativa do ar para uma mesma temperatura, em função da modificação da energia contida no ambiente (Albright, 1990).



**Figura 8.** Valores médios de entalpia para os diferentes materiais de cobertura

Avaliando-se a entalpia do ambiente externo e das coberturas TC, TCPG e TCPB, observou-se um decréscimo nos valores encontrados: 75,6; 72,02; 71,64 e 68,83 kJ/Kg de ar seco, respectivamente. Essa diminuição pode ter ocorrido devido ao efeito do material utilizado, e o tratamento TCPB apresentou menor resultado para entalpia, no entanto, todos os resultados estão acima do que preconiza a literatura. Barbosa Filho et al. (2005) e Alves et al. (2004), afirmam que a entalpia recomendada para frangos em confinamento é de 67,2 kJ/Kg de ar seco.

Ao avaliar a entalpia do ambiente externo e das coberturas TF, TFPG e a TFPB, apesar de não ter diferença significativa, observou-se um decréscimo nos valores encontrados: 72,83; 70,85; 68,66 kJ/Kg de ar seco. Pode-se observar que, a pintura pode ter causado este decréscimo nos valores. Os valores de entalpia mais próximos da condição de conforto das aves foram: TCPB e TFPB valores de 68,63 e 68,66 kJ/Kg.

A efetividade das coberturas forma similares ( $P = 0,561$ ) entre os tratamentos, as temperaturas externas foram mais elevadas ( $P < 0,0001$ ) nas telhas de fibrocimento, cerâmicas e nas de fibrocimentos pintadas com geotinta, sendo que a temperatura interna das telhas foram mais altas ( $P < 0,0001$ ) do que nas telhas sem pinturas (Tabela 2). A telha cerâmica pintada reduziu 3,13°C da temperatura externa para a interna, mostrando a eficiência de um manejo considerado simples.

A efetividade nos diferentes horários apresentou diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) em função do tipo de cobertura (Tabela 2), em razão do uso de diferentes materiais em sua

composição das coberturas. Esta efetividade é gradativamente maior com a elevação da temperatura do ar ambiente no exterior das instalações e a redução da umidade relativa do ar. Camargo (2008) afirma que, a efetividade ou eficiência de saturação, é definida como a taxa entre a queda real da temperatura do ar e a máxima queda teórica da temperatura do ar.

A temperatura da cobertura interna e externa apresentaram efeito de interação cobertura x horário de coleta (<.0001). As temperaturas externas e internas das coberturas nos diferentes horários apresentaram comportamentos similares, elevando-se ao longo do dia até às 15 h e com decréscimo às 17 h, apresentando valores mais elevados às 12 e 15 horas (Tabela 2).

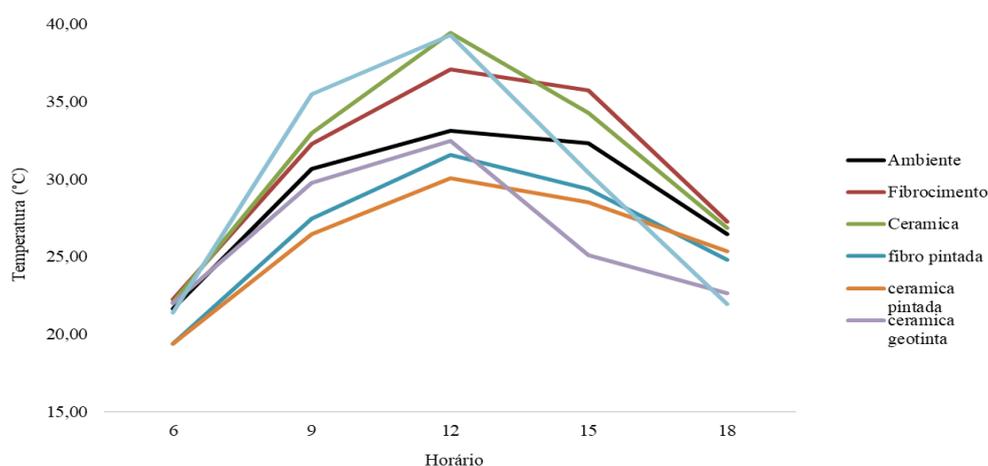
Tabela 2. Valores médios de efetividade e das temperaturas das coberturas externa e interna

Efeitos	Temperatura Cobertura	
	Efetividade	Externa
Coberturas (C)		
Fibrocimento	0,04	30,91a
Cerâmica	0,05	31,10a
Fibro pintada	0,03	26,50b
Cer pintada	0,03	25,95b
Cer geotinta	0,05	26,38b
Fibro geotinta	0,04	29,69a
Horários (H)		
06	0,01c	21,06d
09	0,07ab	30,72b
12	0,08a	34,98a
15	0,05b	30,56b
18	-0,05c	24,80c
EPM	0,04	3,53
Valor de P		
Cobertura	0,0561	<.0001
Horário	<.0001	<.0001
C*H	0,1626	<.0001

Letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, EPM = erro padrão da média

As temperaturas médias das superfícies externa das telhas ficaram nos horários das 6 e 18 h próximas as do ambiente, nos horários das 9 e 12 h as telhas não pintadas e as de fibrocimento com geotinta apresentaram temperaturas superiores à ambiente já as telhas que receberam pintura branca e as cerâmicas pintadas com geotinta permaneceram abaixo da temperatura do ambiente (Figura 9). No horário das 6 h as telhas estão mais ‘frias’, em especial, as pintadas, o que pode ser devido a capacidade de retenção da temperatura mais

amena no período da noite. As telhas pintadas com tinta branca podem refletir mais os raios solares e absorver menos calor, propiciando melhor conforto térmico as instalações.



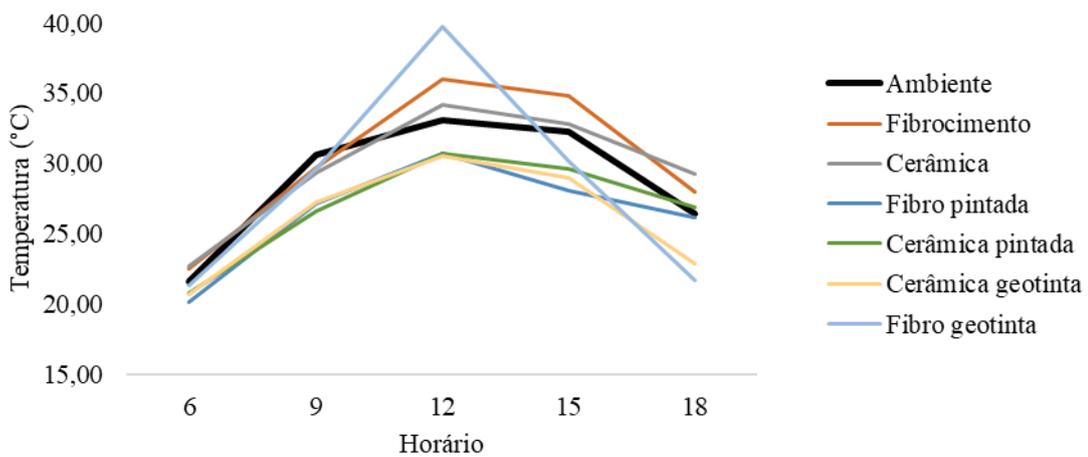
**Figura 9.** Temperaturas médias do ambiente e das superfícies externa das telhas em função dos horários

O uso de pintura sobre o material de cobertura foi analisado por Bond et al. (1961), observando que, a combinação de cores que propiciou melhores resultados para climas quentes foi a branca na superfície superior do material de cobertura e a negra na superfície inferior desse material, concluindo que a superfície branca possui alta refletividade, o que causou menor temperatura para a superfície do material.

Araújo (2011) avaliaram dois tipos de cobertura do telhado do galpão de frangos de corte, telha de cimento amianto e cimento amianto pintado de branco e observou menores temperaturas na superfície do telhado pintado. Em outras palavras, a pintura branca ocasiona em baixo coeficiente de absorção da radiação solar e maior emissividade, propriedades térmicas que produzem efeito positivo na redução da temperatura do telhado

A telha cerâmica pintada com geotinta apresentou redução na sua temperatura externa, já a telha de fibrocimento pintada com geotinta com valores mais elevados que a temperatura ambiente no horários mais quentes do dia (9 e 12 h), o que pode ser devido as características da telha, que tem fibras em sua composição e do solo utilizado, que tem a capacidade de absorver mais calor. Observa-se que houve redução nesta temperatura nos horários das 15 e 18 h. Segundo Carvalho et al. (2007), as práticas de pintura que usam o solo como pigmento vem sendo largamente utilizadas nos mais variados locais, sobretudo, no ambiente rural.

As temperaturas médias das superfícies interna das telhas ficaram mais baixas nos horários das 6 e 18 h, em razão da redução da carga térmica recebida, às 9 e 12 h as temperaturas das telhas não pintadas e as pintadas com geotinta ficaram acima da temperatura ambiente e as telhas com tinta branca e as cerâmicas pintadas com geotinta permaneceram abaixo da temperatura ambiente (Figura 10). Sarmiento et al. (2005) analisado um galpão com pintura na face externa do telhado de fibrocimento na cor branca e galpão com telhado de fibrocimento não pintado, notaram redução significativa na temperatura do telhado do galpão pintado em relação ao galpão não pintado com valores, respectivamente de 34,5 °C e 41,1 °C.



**Figura 10.** Temperaturas médias do ambiente e das superfícies interna das telhas em função dos horários.

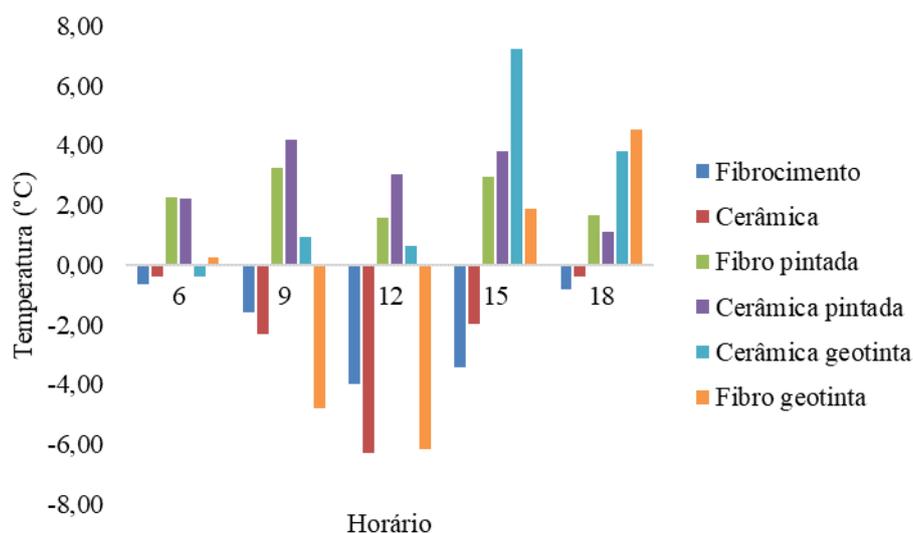
Os gradientes entre as temperaturas superiores e inferiores apresentaram diferença significativa em função do tipo de cobertura e dos horários, como também da interação coberturas versus horários ( $P < .0001$ ) (Tabela 3).

Tabela 3. Valores dos gradientes de temperatura média superior (GTMS) e gradiente da temperatura média inferior (GTMI).

Coberturas (C)	GTMS	GTMI
Fibrocimento	-2,45cd	-1,78bc
Cerâmica	-2,20bcd	-0,80bc
Fibro pintada	-0,024a	-0,025b
Cerâmica pintada	0,49a	-0,49bc
Cerâmica geotina	-0,46ab	-0,16b
Fibro geotina	-3,45d	-2,31c
Horário		
6	0,12a	0,09ab
9	-3,23b	-0,53b
12	-3,83b	-1,93c
15	0,31a	1,14a
18	1,05a	0,86a
EPM	2,93	2,87
Valor de p		
Cobertura	<.0001	<.0001
Horário	<.0001	<.0001
C*H	<.0001	<.0001

Letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey, EPM = erro padrão da média

No gradiente da temperatura média superior, nota-se que em todos os horários a temperatura das TF e TC apresentaram GTMS negativos, ou seja, a temperatura da telha estava mais alta que a do ambiente, sendo que no horário das 12 h ficaram entre 7 e 4°C, respectivamente, acima da temperatura ambiente (Figura 11), demonstrando a inércia térmica destas telhas, fato que pode comprometer o ambiente interno das instalações. Com as pinturas houve uma redução na gradativa da temperatura das telhas de fibrocimento e cerâmicas pintadas, com certa uniformidade nos horários mais quentes do dia (12 e 15h). A telha cerâmica pintada com geotinta apresentou gradiente positivo em todos os horários, sendo que às 15 horas o gradiente foi de 7°C (abaixo da temperatura ambiente), o que pode reduzir a temperatura interna do ambiente, propiciando melhores condições térmicas as aves.



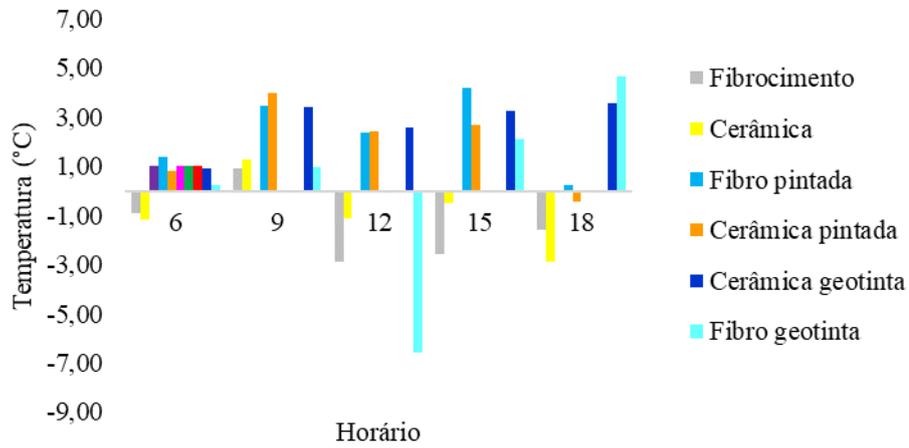
**Figura 11.** Gradiente de temperatura média superior

Em relação à influência das cores sobre a absorvância e refletância, Castro (2002) realizou análises espectrofotométricas para a refletância à radiação solar de tintas em diferentes cores, com o objetivo de demonstrar as respectivas parcelas nas regiões de luz visível e infravermelho, verificando que, dentre as amostras ensaiadas, as cores que tiveram menor influência no ganho de calor solar foram o branco, marfim e vanilla (com reflectâncias superiores a 70%), enquanto que as amostras de cores preto, azul profundo, alecrim e telha, por apresentarem baixas refletâncias (inferiores a 40%) foram as que mais tiveram influência no ganho de calor.

A TFPG (Figura 12) no horário das 9 e 12 horas, obteve resultados negativos, no GTMI no horário das 12 a temperatura da telha foi superior a temperatura ambiente externa. A geotinta, para telha cerâmica, apresentou uma boa recomendação para minimizar o aquecimento interno. A geotinta tem coloração aproximada ao marfim o que potencializa a dissipação de calor e a reflectância da radiação direta dos raios solares.

No gradiente da temperatura média inferior, com exceção das 9 h, a temperatura das TF e TC apresentaram GTMI negativos, ou seja, a temperatura interna da telha estava mais alta que a do ambiente (Figura 12), demonstrando a inércia térmica das telhas, fato que pode comprometer o ambiente interno das instalações. Com as pinturas houve uma redução na gradativa da temperatura interna das telhas de fibrocimento e cerâmicas pintadas, com certa uniformidade nos horários mais quentes do dia (12 e 18 h). A telha cerâmica pintada com geotinta teve gradiente positivo em todos os horários, com gradiente médio de 2,75°C, o que

reduz significativamente a temperatura interna do ambiente, melhorando as condições térmicas as aves. As telhas de fibrocimento pintadas com geotina apresentaram comportamentos diversos, ficando mais frias nas primeiras horas do dia.



**Figura 12.** Gradiente de temperatura média inferior

## **6. Conclusão**

O sistema alternativo para codorna com telhas cerâmica pintada na face externa na cor branca é uma boa alternativa na redução da temperatura interna nos galpões, consequentemente, influenciando em melhores índices de produção.

## 6. Referências Bibliográficas

AASLYNG, M. D.; OKSAMA, M.; OLSEN, E. V.; BEJERHOLM, C.; BALTZER, M.; ANDERSEN, G.; WENDER, L. P. The impact of sensory quality of pork on consumer preference. *Meat Science*, v. 76, p. 61-73. 2007.

ABREU, P.G; ABREU, V.M.N. Análise de imagens em aviários de postura com sistemas de climatização. *Embrapa Suínos e Aves*. 2009.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Diagnóstico Bioclimático: qual sua importância na produção de aves. *Avicultura Industrial*, n. 1093, p. 16-20, 2001.

ABREU, V.M.N.; ABR E U, P.G. Temperatura da água em bebedouros tipo calha. *Concórdia:EMBR APA-CNPSA*, 2000. 3p. (Comunicado Técnico, 265)

ALBRIGHT, L. D. Environment control for animals and plants. St, Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan, 1990. 453p. *ASAE Textbook*, 4

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

ALVES, S. P.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N.; SILVA, I. J. O.; BERNARDI, J. Comparações entre comportamentos de aves poedeiras criadas no sistema de gaiolas e em cama. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.6, p.140, 2004.

ALVES, S. P.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N.; SILVA, I. J. O.; BERNARDI, J. Comparações entre comportamentos de aves poedeiras criadas no sistema de gaiolas e em cama. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.6, p.140, 2004.

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

ARADAS, M. E. C. Avaliação do controle do ambiente em galpões de frangos de corte criados em alta densidade. 2001. 124 f. Tese (Doutorado em engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, 2001.

ARAÚJO, M. A. G. Efeito do manejo de cobertura e ventilação Artificial sobre índices de conforto térmico e Desempenho de aves de corte. 2011. 71f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) - Unidade Universitaria de Ciências exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis-GO.

ÁVILA, V.S.; ROSA, P.S; FIGUEIREDO, E.A.P. Criação de galinhas em sistema de subsistência. instrução técnica para o avicultor no 13 - EMBRAPA/CNPISA. 2p. 2000.

BACCARI Jr, F. Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes. Londrina: UEL, 2001. 142p.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2.Ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 269p.

BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N.; SILVA, I. J. O; COELHO, A. A. D. Egg quality in layers housed in different productionsystems and submitted to two environmental conditions. Brazilian Journal of Poultry Science, v.8, n.1, p.23-28, 2005

BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, I.J.O.; SILVA, M.A.N.; SILVA, C.J.M. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. Engenharia Agrícola, v.27, n.1, p.93-99, 2007.

BEDFORD, T.; WARNER, C. G. The globe temperature in studies of heating and ventilation. Industrial Health Research Board, 1934. 7p.

BERTECHINI, A.G. Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil. In: IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura. 2010. Lavras: Anais... Lavras - MG, 2010.

BIZERAY D.; ESTEVEZ I.; LETERRIER C.; FAURE F.M. Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science*, Vancouver, v.79, n.1, p.27-41, 2002.

BLAKELY, J. R.; SIMPSON, G.; DONALD, J.; CAMPBELL, J.; MACKLIN, K. The Economic Importance of House and Ventilation Management. *The Poultry Engineering, Economics and Management*, Auburn University, n. 49, p.1-4, 2007.

BOND, T.E.; KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. St. Joseph: *Agricultural Engineering*, 1961. 10 p.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. *Archives of veterinary science*. Curitiba, v.9, p.1-11, 2004

BUFFINGTON, C.S. et al. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981

CADIER, E.; FREITAS, B. J.; LEPRUN, J. C. Bacia Experimental de Sumé: instalação e primeiros resultados. Recife: SUDENE, 1983. 87p. Série Hidrológica, 16

CAMPOS, E.J.O comportamento das aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.2, n.2, p.93-113, 2000.

CARVALHO, A. F.; HONÓRIO, L. de M.; ALMEIDA, M. R. de; SANTOS, P. C. dos.; QUIRINO, P. E. Cores da Terra: fazendo tinta com terra. Universidade Federal de Viçosa. Programa TEIA. Programa Cores da Terra. Viçosa, 2007.

CERDEIRA, F.; VÁSQUEZ, M. E.; COLLAZO, J.; GRANADA, E. Applicability of infrared thermography to the study of the behavior of stone panels as building envelopes. *Energy and Buildings*, Oxford, v. 43, p. 1845 - 1851 ,2011.

CLOSE, W. H.; MOUNT, L. E. The effects of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of the growing pig. 1. Heat loss and critical temperature. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, v. 40, p. 413 - 421, 2008.

CONCEIÇÃO, M. N. Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens. 2008, 138 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

COSTA, E.C. Arquitetura ecológica, condicionamento térmico natural. 5ªed. São Paulo, Edgard Blücher, 1982, 264p.

DONALD, J. Considerações básicas sobre ventilação em galpões de integração de aves. 1996, 22p. (Circular ANR, 956)

Editora                      Globo.                      Revista                      Globo                      Rural  
<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1696071-4528,00.html>      Acesso  
em: 10/07/2017

ESMAY, M. L.; DIXON, J. E. Environmental control for agricultural buildings. Westport: AVI, 287p. 1986.

ETERNIT. Conforto térmico. São Paulo: ETERNIT.1981. 12p. (Boletim, 110).

FAGHIIH, A. K; BAHADORI, M. N. Three dimensional numerical investigation of air flow over domed roofs. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. v.98, p.161-168. 2010.

FARIA, D.E., et al. Desempenho, temperatura corporal e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com vitaminas D e C em três temperaturas ambientes. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, n.1, p.49-56, 2001.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente - para aves, suínos e bovinos. 3ª ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016. 401p

FERREIRA, R.A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Aprenda Fácil, Viçosa, 2005. 371p.

FERRO, F. R. A.; NETO, C. C. C.; TOLEDO FILHO, M. R.; FERRI, S. T. S.; MONTALDO, Y. C. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.25, n.5, p.1–25, 2010.

FIGLIOLI, J.; MORCELLI, J. A. B.; VAZ, R. I.; DIAS, A. A. Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.13, n.2, p.204-209, 2009.

FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R.; FREITAS, E.R. Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas. Ciência e Agrotecnologia, v.29, n.6, p.1272-1280, 2005.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte** 1.ed. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2002. p.209-230.

GATES, R. S.; ZHANG, H.; COLLIVER, D. G.; OVERHULTS, D. G. Regional variation in temperature humidity index for poultry housing. Transactions of the ASAE, Saint Joseph, v. 38, n. 1, p. 197-205, 1998

HUYNH, T.T.T.; AARNINK, A.J.A.; VERSTEGEN, M.W.A.; GERRISTS, W.J.J.; HEETKAMPS, M.J.W.; KEMPS, B.; CANH, T.T. Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. Journal of Animal Science, Savoy, v.83, p.1.385-1.396, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 10/07/2017

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

JENTZSCH, R. Estudos de modelos reduzidos destinados à predição de parâmetros térmicos ambientais em instalações agrícolas. 2002. 103 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002.

JONES, T.A.; DONNELLY, C.A.; DAWKINS, M.S. Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. ***Poultry Science***, v.84, p.1155-1165, 2005.

JORDÃO FILHO, J. Estimativas das exigências de proteína e de energia para manutenção, ganho e produção de ovos em codornas. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2008. 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba-Centro de Ciências Agrárias.2008.

KOCAMAN, B.; ESENBUGA, N.; YILDIZ, A.; LACIN, E.; MACIT, M. Effects of environmental conditions in poultry houses on the performance of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, Cambridge, v. 5, n, 1, p. 26-30, 2006.

KÖPPEN, W. Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter, P.388. 1931.

LE NEINDRE, P.; et. Al. Space, environmental design and behaviour: Effect of space and environment on animal welfare. In: Global conference on animal welfare: an OIE initiative. Pg. 135-141. 2004.

LEESON, S. e J. D. SUMMERS. *Scott's Nutrition of the Chicken*. University Books. Guelph, Canada. 591 pg. 2001

LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T.; MENDES, F.R.; LEITE, P.R.S.C.; LACERDA, M.J.R.; CÂMARA, L.R.A. Viabilidade econômica do uso de fitase em rações para codornas japonesas em postura. *Global Science and Technology*, v.2, n.3, p.58-65,2009

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

MACARI, M. Água na avicultura industrial. Jaboticabal: FUNEP, 1996b. p.12

MACARI, M. Conforto ambiental para aves: ponto de vista do fisiologista. In: simpósio goiano de avicultura, Goiânia, 1996. *Anais...Goiânia: UFG/AGA*, p. 57- 60, 1996a

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A. et al. (Ed.). *Produção de frangos de corte*. Campinas: FACTA, 2004, v. 1, p. 137-157.

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

MARÍA, G.A.; ESCÓS, J.; ALADOS, C.L. Complexity of behavioural sequences and their relation to stress conditions in chickens (*Gallus gallus domesticus*): a non-invasive technique to evaluate animal welfare. *Applied Animal Behavior Science*, Vancouver, v.86, n.1, p.93-104, 2004.

MARTA FILHO, J. Método quantitativo de avaliação de edificações para animais, através da análise do mapeamento dos índices de conforto térmico. Botucatu, 1993. 159p. Tese (Doutorado) -- Universidade Júlio de Mesquita/UNESP.

McGLONE, J.J. Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems. *Livestock Production Science*, v.72, p.75-81, 2001.

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

MEDEIROS, L.F.D.; *Bioclimatologia Animal*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997.

MEDEIROS, R. C. M. Emprego da Termografia na inspeção preditiva. *Bolsista de Valor*, v. 2, n. 1, p. 293-300, 2012.

MENEGALI, I.; TINOCO, I.F.F.; CARVALHO, C.C.S.; SOUZA, C.F.; MARTINS, J.H. Comportamento de variáveis climáticas em sistemas de ventilação mínima para produção de pintos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v.17, p. 106-113, 2013

MICHELS, C.; LAMBERTS, R.; GÜTHS, S. Evaluation of heat flux reduction provided by the use of radiant barriers in clay tile roofs. *Energy and Buildings*, Belgrade, v. 40, p. 445-451, 2008.

MISSENARD, A. *L'Homme at lê climat*. Paris, 1937. 270p.

MOLENTO, C.F.M. Rethinking the five freedoms. In: *I Congresso Internacional de conceitos em Bem-Estar animal – Teoria, Docência, Aplicação*. Rio de Janeiro. WSPA, 2006.

MORAES, S. R.P.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento amianto e suas diferentes associações. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.3, n.1, p.89-92, 1999.

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

MORGAN, W. E. Heat reflective roof coatings. Chicago: ASAE, 1990. 12p. (Paper nº 904513).

MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção de animais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., Ilhéus, 1993. Anais... Ilhéus: SBEA - CEPLAC, 1993. v.1, p.42-46.

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I.J.O. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, 2001, p.81-93.

NÄÄS, I.A.; MOURA, D.J.; LAGANÁ, C.A. 1995. A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995. Anais. Campinas, Facta. p.203-4.

NASCIMENTO, G.R.; PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; RODRIGUES, L.H.A. Índice Fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. Engenharia Agrícola, v.31, n.2, p.219-229. 2012.

OLIVEIRA, B.L. Manejo racional e produtividade das codornas (*Coturnix coturnix japonica*). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, Lavras. Anais. Lavras: UFLA, p.77-84, 2002.

OLIVEIRA, R. F. M. de; DONZELE, J. L; ABREU, M. L. T. de; FERREIRA, R. A; VAZ, R. G. M. V; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia. v.35. n.3. p. 797-803. 2006.

PAIXÃO, R.L. É possível garantir bem-estar aos animais de produção? Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária, n. 36, p. 66-73, 2005.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P. ET AL. Panorama da coturnicultura no Brasil. REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME Artigo 180 - Volume 9 - Número 06 – p. 2041 – 2049 - 2012

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

PINHEIRO, S.R.F; DUMONT, M.A.; PIRES, A.V.; BOARI, C.A; MIRANDA, J.A.; OLIVEIRA, R.G.; FERREIRA, C.B. Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos essenciais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.2, p.292-297, 2015

PINTO R, DONZELE JL, FERREIRA AS, DONZELE JL, ALBINO LFT, SILVA MA, SOARES RTRN, PEREIRA CA (2003) Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32:1166-1173.

RICARD, F.H.; TOURAILLE, C.; MARCHE, G. Influence des méthodes d'élevage sur la qualité des carcasses du poulet. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 7., 1986, Paris. **Proceedings...**, 2006. p. 870-873.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.; BAIÃO, N.C. Produção e bem-estar animal: aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. *Ciências veterinárias tropicais*, Recife-PE, v. 11, suplemento 1, p.49-55, abril, 2008.

RODRIGUES, L. R. Índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de codornas japonesas alimentadas com redução protéica. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Agrícola). Campina Grande, PB. 2012. 82f.

ROSA, Y. B. C. J, Influência de materiais de cobertura e de alturas de Cama, nos índices de conforto térmico e no Desempenho de frangos de corte, em dourados – MS. 2001. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

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

SALTORATTO, A. Y. K.; SILVA, F. A.; CAMARGO, A. C. A. C.; SILVA, P. C. G.; SOUZA, L. F. A. Monitoramento de avicultura a partir de técnicas de visão computacional. *Colloquium Exactarum, Presidente Prudente*, v.5, n.2, p.47-66, jul./dez. 2013.

SAMPAIO, C. A. P; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.31, n.2, p.230-236, 2011.

SARMENTO, L.G.V.; DANTAS, R.T . ; FURTADO , D. A.; NASCIMENTO , J . W. B.; SILVA, J. H.V. Efeito da pintura externado telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. *Agropecuária Técnica*. v. 26, p. 117-122, 2005.

SAVASTANO JUNIOR, H. et al. Desempenho de Alguns Sistemas de Cobertura Para Aviários. *Engenharia Rural, Piracicaba/SP*, v. 8, n. 1, p. 1-11, 1997.

SCOLARI, T.M.G. Estudo detalha conduta das aves em diferentes condições de temperatura. *Embrapa Suínos e Aves*. 2005. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/?ids=&idn=445>. Acesso em 20/06/2017.

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

SILVA, G. A.; S, E. M. N.; S, B. B.; Z, C. A.; A, M. D. B.; M, B. A. Aplicação da termografia na avaliação da resposta fisiológica e gradientes térmicos de cabras anglos nubianas criadas no semiárido paraibano. *V Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Esalq/ USP, São Paulo - SP*, 2011.

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

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.; LACERDA, P.B.; VARGAS, D.G.V.; LIMA, M.R. Exigências nutricionais de codornas. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal[online], v.13, n.3, p.775>790, 2012.

SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2002, Lavras, MG. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36.

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

SOUZA, J. D.; SILVA, B. B.; CEBALLOS, J. C. Estimativa da radiação solar global à superfície usando um modelo estocástico: caso sem nuvens. Revista Brasileira de Geofísica, v.26, p.31-44, 2008.

SRINIVASAN, V. S.; SANTOS, C. A. G.; GALVÃO, C. O. Erosão Hídrica do Solo no Semiárido Brasileiro: a experiência na Bacia Experimental de Sumé. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 2, p: 57-73, 2003.

STARLING, J.M.C.; SILVA, R.G.; CERÓN-MUÑOZ, M.; BARBOSA, G.S.S.C.; COSTA, M.J.R.P. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, p.2070-2077, 2002.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS. Statistical analysis system user's guide. Version 9.1. Cary: Statistical Analyses System Institute, 2001

TINÔCO, I.F.F. 1996.Conforto ambiental para aves: ponto de vista do engenheiro. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2., Goiânia, 1996.Anais...Goiânia, p.47-56.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Revista Brasileira de Ciências Avícolas, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

UMIGI, R. T.; BARRETO, S. L. T.; REIS, R. S.; MESQUITA FILHO, R. M. ARAÚJO, M. S. Níveis de treonina digestível para codornas japonesas na fase de produção. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.64, p.658-664, 2012.

VAZ, R. I.; FIORELLI, J.; MORCELLI, J. A. Avaliação da influência de materiais de cobertura na temperatura de globo negro. In: 44<sup>a</sup>. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Jaboticabal. Anais .... Jaboticabal, SP. SBZ 2007.

VAZ, R.G.M.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T.; OLIVEIRA, W.P.; SILVA, B.A.N. Inclusão de cromo orgânico em rações para frangos de corte mantidos sob estresse por calor no período de um a 42 dias de idade. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 61, n.2, p.484-490, 2009.

VIGODERIS, R.B.; CORDEIRO, M.B; TINOCÔ, I.F.F.; MENEGALI, I.; SOUZA JÚNIOR, J.P.; HOLANDA, M.C.R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, p. 1381-1386, 2010.

WEBSTER, A.B. Welfare implications of avian osteoporosis. Poultry Science, v. 83, p. 184-192, 2004.

WRAY, C.; AKBARI, H. The effects of roof reflectance on air temperatures surrounding a rooftop condensing unit. Energy and Buildings, v.40, p.11–28, 2008.

YAHAV, S, Straschnow, A, Luger, D, Shinder, D, Tanny, J, Cohen, S Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions, Poult Sci, Champaign, v.83: p. 53-258, 2004.