



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**EFEITO DA TINTA ACRÍLICA BRANCA EM TELHAS DE
FIBROCIMENTO (MINIONDA) NO AMBIENTE INTERNO DE
MODELOS REDUZIDOS DE GALPÕES AVÍCOLAS**

ALINE MARES SANTOS LEPESQUEUR

Brasília - DF

2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**EFEITO DA TINTA ACRÍLICA BRANCA EM TELHAS DE
FIBROCIMENTO (MINIONDA) NO AMBIENTE INTERNO DE
MODELOS REDUZIDOS DE GALPÕES AVÍCOLAS**

ALINE MARES SANTOS LEPESQUEUR

Monografia apresentada como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Doutor, Samuel Martin

Brasília-DF

2016

ALINE MARES SANTOS LEPESQUEUR

EFEITO DA TINTA ACRÍLICA BRANCA EM TELHAS DE FIBROCIMENTO (MINIONDA) NO AMBIENTE INTERNO DE MODELOS REDUZIDOS DE GALPÕES AVÍCOLAS

Monografia apresentada como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Doutor, Samuel Martin

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 21/06/2016

Doutor Samuel Martin
Universidade de Brasília – UnB
Orientador

Doutor Antônio Carlos Felix Ribeiro
Universidade de Brasília – UnB

Doutor Francisco Faggion
Universidade de Brasília – UnB

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.”*

Albert Einstein

À Deus, pois não seria nada sem ele.

Aos meus pais, em especial à minha mãe que sempre incentivou nossos estudos.

Ao professor Samuel Martin, pela orientação que tornou possível esta monografia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Avicultura Brasileira	14
2.2 Ação do Ambiente no Comportamento Animal	16
2.3 Índice de Conforto Térmico	18
2.4 Variações de Galpões Avícolas	20
2.5 Teoria da Similitude	22
2.6 Material de Cobertura	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Local do Experimento	24
3.2 Modelos Reduzidos, Locação e Tratamentos	25
3.3 Coleta de Dados e Instrumentos	27
3.4 Índices Térmicos	29
3.5 Análise Estatística	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação Esquemática Simplificada das Temperaturas Efetivas Ambientais Críticas.	18
Figura 2. Modelos Reduzidos Alocados ao Campo.....	25
Figura 3. Imagens Coletadas Durante a Preparação dos Modelos Reduzidos: A) Modelo com Telha Cerâmica; B) Modelo com Telha de Fibrocimento Minionda Pintada; C) Modelo com Telha Fibrocimento Minionda.	26
Figura 4. Representação dos Equipamentos: Datalogger e Globo Negro de PVC.....	27
Figura 5. Gráfico dos Pontos de Dispersão e da Linha de Tendência para Definição de Tgn Corrigido.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos Tratamentos Utilizados em Modelos Reduzidos de Galpões Avícolas.....	26
Tabela 2. Valores Médios da Temperatura do Bulbo Seco, Umidade Relativa do Ar e Temperatura do Globo Negro para os Diferentes Tratamentos.....	31
Tabela 3. Resumo da Análise de Variância do ITGU e CTR em Relação aos Tratamentos e aos Horários de Medição.....	32
Tabela 4. Resultados Médios de ITGU para as Diferentes Tratamentos e Horários de Medição.....	32
Tabela 5. Resultados Médios do ITGU para Diferentes Tratamentos.....	33
Tabela 6. Valores de CTR (W/m^2) para Interação de Telhas e Horários de Medição.....	34

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar os índices de conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas de frangos de corte, a partir do teste de diferentes materiais de cobertura e do uso de tinta branca na superfície das telhas exposta ao sol. No experimento, realizado na Fazenda Água Limpa/UnB, foram utilizados três modelos com diferentes materiais de cobertura: telha cerâmica; telha de fibrocimento minionda pintada com tinta acrílica branca; e telha de fibrocimento minionda. Durante o experimento, dados internos aos modelos referentes à temperatura do bulbo seco (T_{bs}), umidade relativa do ar (UR) e temperatura do globo negro (T_{gn}) foram coletados automaticamente de hora em hora. A velocidade do vento (v_v) foi calculada a partir da correção dos dados coletados na estação meteorológica mais próxima. Com estes dados, calculou-se o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e da carga térmica radiante (CTR). Conclui-se que, dentro das condições nas quais foram realizadas este estudo, o modelo com telha de fibrocimento minionda pintada com tinta acrílica branca apresentou melhores resultados para ITGU e CTR, propiciando melhores condições de conforto dentro dos modelos reduzidos quando comparados às telhas de fibrocimento minionda não pintada e cerâmica. Considerando que o estudo foi realizado em período de temperatura amena e sem a medição da velocidade do vento dentro dos modelos, recomenda-se estudos mais abrangentes em épocas de temperaturas mais altas e com o uso de anemômetros dentro dos modelos reduzidos.

Palavras-chave: ambiência, material de coberturas, conforto animal, frango de corte.

ABSTRACT

This study had as objective evaluate thermal comfort indices in reduced models of poultries houses, by testing different roofing materials and white ink use in tiles surface exposed to the sun. In the experiment, conducted at Fazenda Água Limpa/UnB, three models with different roofing materials were used: ceramic tile; minionda fiber cement tile painted with white acrylic paint; and minionda fiber cement tile. During the experiment, internal data to models, referring to the dry bulb temperature (T_{db}), relative humidity (UR) and black globe temperature (T_{gn}) were automatically collected hourly. The wind speed (v_v) was calculated from the correction of data collected at the nearest weather station. With these data, it was calculated the black globe temperature and humidity index (ITGU) and the radiant heat load index (CTR). It is concluded, within the study conditions, that the model in which the minionda fiber cement tile was painted with white acrylic paint showed better results for ITGU and CTR, providing better comfort conditions in the reduced models when compared to minionda fiber cement tile non painted and ceramic tile. Considering that the study was conducted at mild temperature and without wind speed measurement into the models, it is recommended most comprehensive studies in times of higher temperatures and with the use of anemometers in reduced models.

Keywords: ambience, roofing material, animal comfort, broilers.

1. INTRODUÇÃO

O consumo da carne de frango vem se destacando quando se trata de proteína animal na alimentação humana. Além do baixo custo, a disponibilidade e a praticidade de preparo favorecem a sua utilização que tem aumentado significativamente nos últimos anos. Para cobrir esta demanda, houve a necessidade de atingir maior eficiência na produção e, para tanto foi preciso estudar o animal e o meio que o abrange.

Em 2014, a produção mundial de carne de frango superou 86 milhões de toneladas, sendo os Estados Unidos da América - EUA o maior produtor, seguido da China e do Brasil (ABPA, 2015). Ainda segundo a ABPA (2015), países como o Japão, a Arábia Saudita, o Iraque, o México e a União Europeia possuem os maiores índices de importação de carne de frango.

Na associação do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), o Brasil e a Argentina são os países que se destacam pelo maior potencial de desenvolvimento da avicultura de corte. Há entre os dois países, uma competitividade dinâmica que depende da demanda, dos custos de produção, das indústrias que sustentam a produção de frango, a exemplo, as indústrias de ração, veterinária e genética, a estrutura empresarial e a questão tributária e de biossegurança (CANEVER *et al.*, 1997).

Em países como o Brasil, localizados em regiões de clima tropical e subtropical, as condições climáticas tem como características, valores elevados de temperatura e umidade relativa do ar. Estas características, por sua vez, acabam afetando negativamente a produção, pois propiciam aos animais um ambiente diferente das condições de conforto, influenciando os processos de troca de calor entre os animais e o ambiente.

Devido à grande extensão territorial do Brasil existem condições climáticas diferentes em cada região, o que resulta na necessidade de tratamentos alternativos e diferenciados para o alcance de um adequado condicionamento animal. Nessa direção, estudos vêm sendo realizados com o propósito de criar e avaliar alternativas que propiciem aos animais abrigados dentro das instalações, um ambiente confortável, a ponto de serem evitados o estresse por frio e também por calor. Desta

maneira, o animal permanece dentro da faixa de termoneutralidade, tendo como resultado a melhoria da produção.

Além das alternativas implementadas nas instalações com o uso de equipamentos específicos, a exemplo dos ventiladores, nebulizadores, aquecedores e outros, pode-se citar ainda, para o melhoramento da ambiência, a orientação dos galpões no terreno, a vegetação ao redor dos galpões, o uso de diferentes modelos e tipos de telhas (material, formato e cor), a utilização de forros, de aberturas laterais e de cortinas, de diferentes materiais de paredes, dentre outros.

A utilização de modelos físicos para avaliar diferentes materiais de cobertura se constitui em uma importante aliada na escolha dos melhores materiais. Santos *et al.* (2005) ao avaliarem o ambiente térmico no interior de modelos avícolas em escala reduzida, com ventilação natural e artificial de coberturas feitas com telhas cerâmicas, concluíram que, as coberturas com câmara de ventilação artificial e natural proporcionam ambientes térmicos melhores. Assim também observaram Ferreira Junior *et al.* (2009), fazendo o uso de telhas de amianto.

Portanto, é de fundamental importância o estudo prévio dos efeitos do uso dos diferentes materiais construtivos, assim como o uso de modificações tecnológicas de fácil aplicação, sobre as condições internas das instalações, as quais podem afetar o ambiente interno e conseqüentemente o conforto das aves alojadas e seu desempenho produtivo.

A avaliação do ambiente interno das instalações pode ser feita a partir da análise de dados coletados de forma direta como também a partir da utilização de índices térmicos. Dentre estes, citam-se a temperatura do bulbo seco (Tbs), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (vv), temperatura do globo negro (Tgn), índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), carga térmica radiante (CTR) dentre outros

Este estudo teve por objetivo geral realizar modificações tecnológicas na cobertura (telhado) de modelos reduzidos de galpões avícolas, a fim de avaliar seu impacto nos índices de conforto térmico no seu interior. O objetivo específico foi avaliar o efeito da pintura com o uso de tinta acrílica branca em telhas de fibrocimento – minionda – a partir da comparação estatística dos índices de conforto térmico no interior dos modelos reduzidos de galpões avícolas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Avicultura Brasileira

O consumo e o comércio de carne de frango é um costume antigo no Brasil e foi se desenvolvendo com o passar do tempo. Rodrigues *et al.* (2014) separam a história e a evolução da produção de frango no Brasil em três fases, que serão tratadas a seguir. Na primeira fase que compreende os anos 1950 a 1970, o Brasil tinha o comércio de frango de corte basicamente como atividade de subsistência, os animais tinham genética pura (caipiras) e eram comercializados vivos em feiras. Linhagens mais avançadas foram introduzidas nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, dando início ao desenvolvimento avícola com o objetivo de melhoria na produtividade. Com a queda da produção da carne bovina na Europa, a demanda pela carne de frango cresceu dando início ao seu desenvolvimento.

Na segunda fase, que compreende os anos de 1970 a 1990, segundo os mesmos autores, ocorreu uma centralização econômica que favorece a produção, comercialização e abertura de novas empresas avícolas e abatedouros nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Esta fase foi marcada por investimentos recheados de inovações tecnológicas, linhagens de matrizes e equipamentos em todos os setores de produção. A empresa Sadia inicia um sistema integrado de produção, estilo rapidamente disseminado, que viabilizou o comércio.

A última fase, que considera o período a partir dos anos 1990, é marcada pela abertura econômica latino-americana, incentivos financeiros e financiamentos, que favoreceram os setores agroindustriais melhorando o poder de concorrência a nível mundial (RODRIGUES *et al.*, 2014).

Para Canerver *et al.* (1997), a avicultura empresarial no Brasil foi planejada localizando as empresas próximas as regiões produtoras de grãos e onde era possível a parceria de produtor rural – agroindústria. Esse tipo de planejamento tem por objetivo reduzir o custo ligado a logística de forma a ter menores distâncias entre empresas, fornecedores e consumidores.

Segundo Voilà e Triches (2013) a produção de carne de frango no Brasil apresenta taxa de crescimento média de 5,34% ao ano e, dados da ABPA (2015)

mostram que o Brasil é o terceiro maior produtor mundial com 12,69 milhões de toneladas. Ainda de acordo com a ABPA (2015) o Brasil é o maior exportador com 32,3% de sua produção destinada à exportação. O avanço observado tanto em números quanto na forma de produção, se tornou possível, principalmente, pelo estudo e desenvolvimento tecnológico onde se destacam a genética, os equipamentos, a gestão da alimentação, a sanidade e a manipulação do ambiente interno e externo aos galpões.

O consumo de carne de frango teve um aumento significativo no Brasil na última década, observando-se de 2000 a 2014 um crescimento de 12,87kg por habitante (ABPA, 2015). Para Voilà e Triches (2013) o crescimento deve-se à mudança nos hábitos e nas preferências populacionais por carne branca que substitui o consumo de carne vermelha. Diferentes fatores justificam esta preferência, a exemplo da preocupação com a saúde, que sugere uma mudança dos padrões alimentares e a redução dos custos, o que torna o preço mais acessível ao consumidor, quando comparado às outras carnes. Este último fator se fortifica com a crescente produtividade da indústria de carne de frango alcançada com o avanço tecnológico.

A região Sul brasileira é a maior produtora e exportadora de aves, contribuindo com 63,46% do total produzido no país. A região Sudeste é a segunda maior produtora, respondendo por 18,25% da produção nacional, seguida pela região Centro-Oeste que responde por 15,45%. Dentro da região centro-oeste o Distrito Federal se destaca, pois embora sua área seja pouco representativa, considerando a área total da região centro-oeste, ele contribui com 9,44% da produção, o que corresponde a 1,46% da produção do país (ABPA, 2015).

A exportação de carne de frango brasileira, segundo dados de 2010, tem como destino principal o Oriente Médio, seguido pela Ásia, a África e a União Europeia (VOILÀ; TRICHES, 2013). A demanda exterior por produtos brasileiros é um importante fator para alavancagem do crescimento e desenvolvimento da avicultura nacional uma vez que, para atendimento da demanda, o setor precisou fazer ajustes e adaptações na produção e incorporação de tecnologias, amentando a competitividade no mercado e a qualidade do produto, independente do seu destino final (RODRIGUES *et al.*, 2014).

2.2 A Ação do Ambiente no Comportamento Animal

As aves são animais homeotermos, tem sua temperatura interna constante independente da temperatura externa. Segundo Baêta e Souza, (1997) os fatores térmicos do ambiente afetam mais diretamente a ave, pois comprometem sua função vital mais importante, que é a manutenção de sua homeotermia.

Esses autores afirmam que o ambiente em que o animal está inserido influencia no seu desenvolvimento e crescimento; componentes térmicos como temperatura, umidade relativa, ventilação e radiação, são os itens mais relevantes e agem direta e indiretamente no comportamento, na produção e na reprodução animal, isso acontece porque o desconforto age sobre as respostas fisiológicas e metabólicas do corpo dos animais.

No Brasil devido ao clima tropical encontrado na extensão do seu território, as condições climáticas se caracterizam por valores elevados de temperatura e umidade relativa do ar. Segundo Baêta e Souza (1997) a alta temperatura e a umidade são fatores limitantes para produtividade e estes dois elementos climáticos estão ligados ao conforto térmico animal. A perda de calor pode ocorrer pelos processos de vasodilatação, ofegação e sudorese, e esses processos se dão a partir da diferença de pressão de vapor por difusão feita tanto pela pele quanto pelos pulmões, sendo assim, quanto maior a umidade relativa do ar, maior dificuldade a ave terá para remover o calor interno.

Quando a temperatura efetiva ambiental se encontra fora da zona de termoneutralidade faz-se necessário um esforço fisiológico para manutenção da temperatura interna. Tal esforço afeta a produção comercial já que os gastos energéticos são direcionados para o controle da temperatura e não para o desenvolvimento corporal animal (BAÊTA; SOUZA, 1997).

O consumo de alimento pela ave também é afetado pelo desconforto térmico, reduzindo significativamente o ganho de peso. Além disso, em altas temperaturas, a digestibilidade também é comprometida, o alimento não é completamente processado o que reduz a quantidade de nutrientes disponíveis para crescimento da ave (LAGANÁ; RIBEIRO, 2007).

Cassuce (2011) explica que altas temperaturas reduzem a ingestão de alimento e as baixas temperaturas podem até melhorar o ganho de peso, porém tem uma baixa

conversão alimentar. Portanto, deve-se evitar qualquer tipo de estresse térmico, visto que, conforme defende o autor, todo desconforto causa efeitos negativos sobre o desempenho produtivo dos frangos.

Em momentos de exposição a altas temperaturas, as aves consomem maior quantidade de água; isto acontece porque a água fará o transporte de calor. Já a redução no consumo de ração ocorre porque as aves procuram diminuir a produção de calor interno, e o processamento (digestão e absorção de nutrientes) da ração geram energia (NASCIMENTO; SILVA, 2010).

Jentzsch (2002) defende que atingir a máxima expressão genética de um animal é hoje um desafio na pecuária direcionado aos fatores ambientais de criação aos quais os animais são submetidos. O autor afirma que as questões relacionadas à sanidade, ao manejo, à genética e à nutrição não são consideradas como problemas no atual momento de produção.

Segundo Furtado *et al.* (2005), com as técnicas de alojamento aliadas às tecnologias, em galpões bem equipados é possível expandir a produção mantendo a quantidade de galpões, ou seja, apenas aumentando o número de aves por metro quadrado. Damasceno *et al.* (2010) defende que a combinação entre as tecnologias, os equipamentos, a arquitetura interna e externa aos galpões é fundamental para manter o ambiente mais confortável e favorável ao desenvolvimento animal.

Desajustes no microclima e nos fatores externos têm efeitos que atingem direta ou indiretamente a produção animal em todas as etapas de vida, sendo necessária a observação de respostas ou adaptações fisiológicas dos animais para adoção de medidas e decisões que minimizem ou impeçam a perda de produção e os prejuízos dela decorrentes.

Para Baêta e Souza (1997) a qualidade do produto agropecuário tem relação direta com o manejo e o bem-estar animal; já o bem-estar animal está adjacente à qualidade de vida animal. Por sua vez, o desempenho produtivo resulta da relação entre genética, ambiente, nutrição e manejo, portanto, o sucesso individual de cada item permite o alcance de altos índices de desempenho produtivo.

A partir de avanços na genética, nutrição, sanidade e manejo pode-se observar uma diferença de 1,7kg/kg na conversão alimentar sendo que um frango nos anos 80 era abatido com 2,0 kg aos 70 dias e atualmente abate-se frangos com 2,3 kg aos 42 dias (BUENO; ROSSI, 2006).

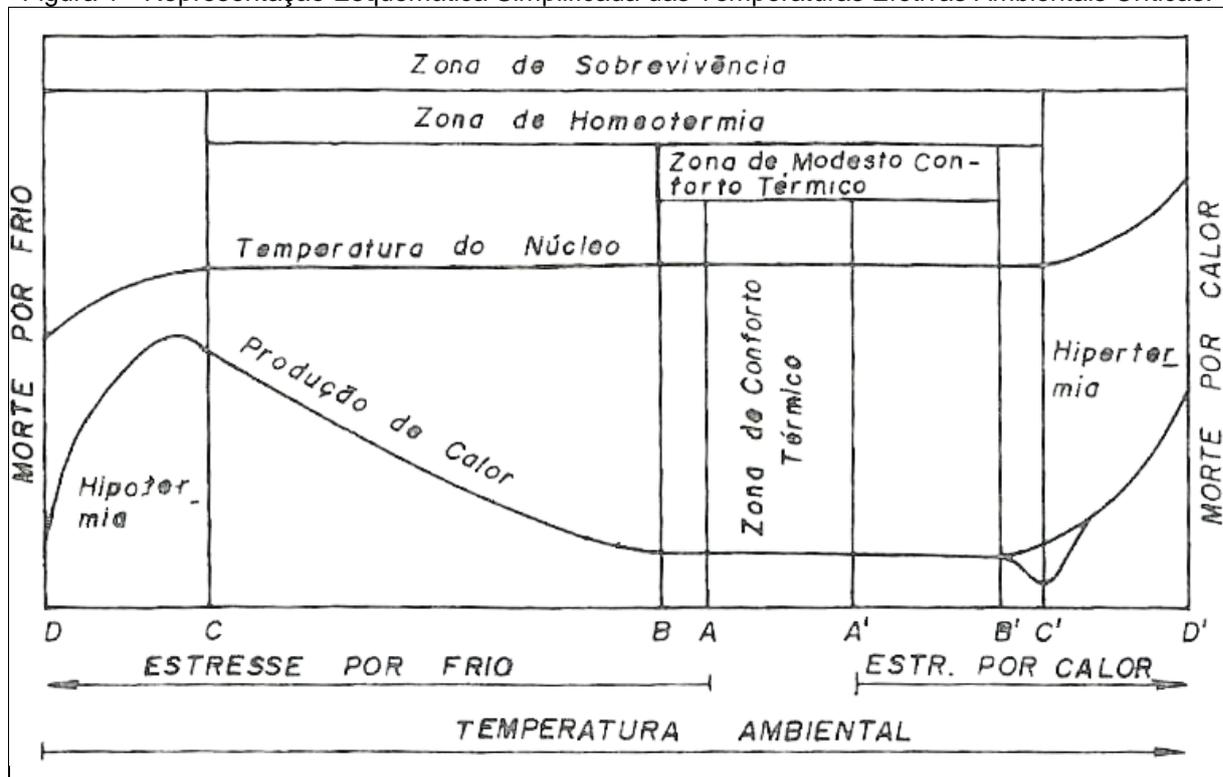
2.3 Índice de Conforto Térmico

O sucesso e o fracasso de uma criação de frango de corte estão relacionados, diretamente, com o ambiente em que a ave está submetida. Um animal mantido em desconforto térmico em qualquer período de seu desenvolvimento, mesmo se, posteriormente, for colocado em condições de conforto não se recupera ao final do ciclo produtivo (CASSUCE, 2011).

A temperatura efetiva determina os níveis de bem estar animal a partir de suas variações. Por sua vez, ela caracteriza o ambiente térmico animal que sofre influência pela umidade, temperatura, radiação e vento. A zona de conforto térmico (ZCT) é a variável na qual o animal tem a melhor expressão do seu potencial genético (BAÊTA; SOUZA, 1997).

Na Figura 1, observa-se que a ZCT é limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos A e A'; a zona de moderado conforto é limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B e B'; a zona de homeotermia, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos C e C'; e a zona de sobrevivência, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos D e D' (BAÊTA; SOUZA, 1997).

Figura 1 - Representação Esquemática Simplificada das Temperaturas Efetivas Ambientais Críticas.



Fonte: Baêta e Souza (1997).

O ponto B representa a temperatura crítica inferior. As temperaturas entre o ponto B e D fazem com que o animal reaja apresentando vasoconstrição e piloereção, como mecanismo de retenção de calor. Quando a temperatura ambiental atinge níveis abaixo de D o animal morre por frio (hipotermia). Seguindo o mesmo raciocínio, o ponto B' representa a temperatura crítica superior. Entre o ponto B' e D' o animal apresenta reações termoregulatórias para dissipação de energia como vasodilatação, ofegação e sudorese. Quando a temperatura atinge níveis maiores que D' o animal morre por hipertermia.

Sabe-se que quando o animal está em um ambiente que oferece índices térmicos dentro da ZCT ele não precisa desviar energia de produção para manutenção da homeotermia, o que significa maior eficiência na produtividade.

Com base no comportamento homeotérmico das aves, existem intervalos de temperatura, umidade e velocidade do ar, dentro dos quais, as aves apresentaram um maior desempenho. Para aves com 21 a 42 dias, as temperaturas entre 21 e 27°C, a umidade relativa do ar entre 50 e 70% e velocidade do ar entre 0,5 e 1,5 m.s⁻¹, permitem alcançar níveis de eficiência desejados na produtividade (MEDEIROS, 2001). Com relação ao item umidade relativa do ar, Furtado *et al.* (2003) consideram que os índices entre 65% e 77% são confortáveis para produção.

Albino e Tavernari (2010) defendem que para melhor conforto térmico, as aves necessitam de condições variáveis de temperatura, conforme a idade: 1 a 7 dias (32°C); 8 a 14 dias (29°C); 15 a 21 dias (26°C); 22 a 28 dias (23°C) e 29 a 35 dias (20°C).

Cassuce (2011) ao analisar o comportamento das aves, nas primeiras três semanas de vida, observou que em ambiente com temperatura de 30°C na primeira semana, 27°C na segunda e 24°C na terceira, os animais se apresentaram muito tranquilos, sem tremor nem ofegação nem prostração, com pouca dispersão e sonolência normal. Foi observado também que, em temperaturas de 33, 30 e 27°C, controladas como no primeiro exemplo, os animais estiveram tranquilos, com dispersão espacial e sonolência normal, pouco ofegantes e sem prostração. Na análise de aves na segunda fase da vida, que compreende o início da quarta semana até a sexta semana, observou-se que aves expostas a 23°C estiveram tranquilas com sonolência normal e sem prostração e ofegação.

2.4 Variações de Galpões Avícolas

Sabe-se que, hoje em dia, o sistema de criação de animais é em sua maior parte feito de forma confinada, o que garante maior controle das atividades. No que se refere à aclimação ambiental, comumente, ela é feita mais de forma artificial.

As instalações de confinamento abrigam os animais a fim de proporcionar-lhes ambiente balanceado e confortável, evitando condições desfavoráveis como o frio e o calor, umidades relativas baixas ou altas na procura de resultados que permitam a máxima expressão do potencial genético e produtivo das aves. Há uma gama de características em instalações avícolas que variam de acordo com a climatologia local, mas sempre objetivam contrapor o estresse por calor ou frio que é imposto por cada região. Neste sentido, a instalação de um galpão deve ser minuciosamente planejada, observando o local, que deve permitir a expansão do projeto, a locação que maximize a ventilação e reduza a radiação solar.

Baêta e Souza (1997) esclarecem que a instalação molda o ambiente às características propícias para que o animal demonstre todo seu potencial genético de produção. A maior produção se deve ao bem-estar proporcionado por meio do controle de fatores como temperatura, umidade, radiação e vento, que caracterizam o ambiente térmico animal e atuam sobre o bem-estar.

Damasceno *et al.* (2010) acrescentam que é necessário implementar mudanças na instalação de forma que esta se ajuste ao animal, oferecendo-lhe conforto ou amenizando as sensações de desconforto térmico, impostas pelo meio externo. A criação e construção de ambientes propícios a altos índices de produtividade deve priorizar a adequação ao clima local.

O ambiente interno é construído com base nas condições locais externas, como por exemplo, o condicionamento ambiental, o manejo, as características construtivas, os materiais da instalação, a modificação por equipamentos, a densidade e a espécie (BAÊTA; SOUZA, 1997).

De acordo com Ferreira (2007) as instalações podem ser equipadas com sistemas de ventilação natural ou artificial, sistemas para controle da umidade, sistemas para controle de temperatura e sistemas de iluminação para controle do fotoperíodo. Ainda é possível para melhor ambientação fazer a utilização de quebra de vento, escolher entre o uso ou não de forro, presença ou ausência de aberturas

laterais e cobertura com numeráveis opções de materiais, formato, coloração e inclinação. O galpão é uma instalação de alto custo na produção de frango, porém de extrema importância, e todo seu funcionamento deve estar em sintonia para melhor abrigar as aves.

No sistema de ventilação com pressão negativa (SVN), os exaustores succionam o ar do interior para fora das instalações, o que é possível apenas com a vedação perfeita das coberturas e laterais. No sistema de ventilação positiva (SVP), os ventiladores empurram o ar para dentro do galpão fazendo a diluição das partículas poluidoras em níveis menores (BAËTA; SOUZA, 1997).

Menegali *et al.* (2010), em estudo sobre o desempenho produtivo das aves, compararam o sistema de ventilação positiva e negativa. A partir da análise da temperatura, da umidade relativa do ar, do ITGU, da média de peso vivo, do consumo de ração, do ganho de peso, da conversão alimentar e taxa de mortalidade, os autores concluíram que, o tratamento com sistema de ventilação positiva teve melhores resultados. Observou-se também no estudo que, o ITGU esteve sempre em faixa de conforto e o peso final do animal foi maior para sistema de ventilação positiva mesmo sem diferença estatística significativa, porém ambos os tratamentos tiveram produtividade final dentro da faixa considerada satisfatória.

Um resultado diferente do apresentado por Menegali *et al.* (2010) foi encontrado por Bueno e Rossi (2006), em estudo comparativo entre dois galpões com sistema de nebulização, sendo um galpão com pressão negativa e outro com pressão positiva. No estudo os autores concluíram que o uso de sistema de ventilação negativa teve melhores resultados quando analisado a produtividade, apesar do maior consumo de energia elétrica.

Furtado *et al.* (2003) observam que o sombreamento seja natural ou artificial, como o telhado, pode ser considerado o elemento construtivo mais importante em uma instalação avícola por reduzir a carga térmica de radiação solar que incide sobre as aves. Para a maior utilidade da instalação, o material pode ser combinado com alguma inclinação do telhado e pinturas deste, juntamente com o uso de forros e mecanismos de resfriamento, a exemplo, da aspersão e ventilação, aplicações que associadas aumentam a redução da carga térmica de radiação (CTR).

Para Abreu *et al.* (2007) o uso de forro na cobertura dos aviários garante melhor desempenho das aves por apresentar melhora nas condições térmicas influenciando

em valores de ITGU e CTR. Baêta e Souza (1997) afirmam que o forro é como uma segunda barreira que minimiza a penetração de calor para o interior da construção. Castro *et al.* (2012), compartilham da mesma opinião e corroboram com os autores, dizendo que a utilização de forros em instalações, além de reduzir a transmissão térmica, aumenta a inércia térmica, o que garante melhor conforto às aves, apesar de ter a necessidade de se avaliar a eficiência térmica desses materiais associados com diferentes telhas.

Segundo COBB (2009), o desempenho é melhor quando o ambiente é uniforme no aviário, o que quer dizer, sem grandes amplitudes térmicas e, para manutenção de uma temperatura estável, o telhado é visto como um requisito importante para isolamento térmico, reduzindo a entrada de calor em dias quentes e a perda de calor nos dias frios.

Ávila *et al.* (1992) já haviam proposto o uso de pinturas na superfície externa de telhado, considerando que a cobertura reduz a absorção dos raios solares pelo telhado e acrescenta que, as tintas acrílicas brancas, tem maior poder de reflexão principalmente usadas em combinação com telhas de fibrocimento, já que essas com o tempo passam a ter cor escura, fato que aumenta o poder de absorção dos raios solares. Também pode ser adotado material com coloração preta virada para baixo, já que o preto é uma cor que irá absorver a radiação refletida proveniente do solo aquecido (AVILA *et al.*, 2007).

Baeta e Souza (1997) reafirmam que instalações adequadas e seu manejo correto em muito contribuem para a modificação das condições ambientais térmicas no local da criação, e, assim, os animais podem atingir seu máximo desempenho produtivo.

2.5 Teoria da Similitude

A construção de um galpão aviário demanda tempo e recursos, questões que dificultam e até tornam inviáveis o uso dessas estruturas exclusivamente para fins de pesquisa. Ante tantas dificuldades, e considerando a Teoria da Similitude, os pesquisadores, dentre eles Santos *et al.* (2005) e Furtado *et al.* (2006) têm usado modelos físicos construídos em escala reduzida para realização de pesquisas e experimentos.

A desvantagem é que, sendo usado um protótipo, é impossível realizar testes em condição de produção. No entanto, em contrapartida torna-se viável a alteração da estrutura para otimização do produto com maior facilidade e menor custo. A construção de modelos reduzidos deve levar em conta a relação entre o custo, a exatidão e a qualidade. A estrutura real e a estrutura modelo diferem entre si apenas de forma quantitativa, ou seja, a sua forma e as características qualitativas são mantidas (JENTZSCH, 2002).

Por essas razões, considera-se hoje o uso de modelos reduzidos, construídos dentro da teoria da similitude, uma forma para avaliar as características térmicas do interior de edificações. Com o estudo das condições internas é possível testar e avaliar as alterações na estrutura do abrigo que ofereçam melhor conforto animal.

A realização de estudos e testes utilizando protótipos foi precedida de estudos que avaliaram e definiram a escala de melhor similitude. Jentsch *et al.* (2011) em estudo para definir a escala de melhor similitude, concluiu que protótipos em escala de 1:12 melhor se igualam, estatisticamente, à instalação real.

2.6 Material de Cobertura

O material de cobertura é aquele que irá impedir a ação direta da radiação sobre as aves. Nestes materiais é de grande importância, considerar as características de refletividade, absorvidade, transmissividade e emissividade do material utilizado para cobertura, assim como a condutividade térmica e a capacidade calorífica volumétrica do material, que define o quanto de calor será trocado entre o ambiente interno e externo via material (BAÊTA; SOUZA, 1997).

Sevegnani *et al.* (1994) a partir de uma comparação entre materiais de cobertura concluíram que a cobertura com telha de barro apresentou maior eficiência térmica quando avaliados o ITGU e a CTR. O alumínio apresentou resultados próximos à telha de barro, superando a eficiência das telhas de zinco. Assim sendo os resultados, podem ser explicados pelo fato do alumínio ser um material mais reflectivo que o zinco, enquanto esse apresenta característica de maior absorção da radiação solar que aquele. O uso de telhas feitas com fibra de vidro foi descartado pela sua baixa eficiência, o que é devido à translucidez que permite a passagem de muita radiação solar.

O material de cobertura é o maior responsável pelo microclima dentro de instalações, justamente pelas características reflectivas e poder de isolamento térmico. Durante o dia, o calor que aquece e estressa o animal provém da radiação solar. O sombreamento artificial, no caso de cobertura nas instalações, tem como função diminuir os efeitos da radiação, reduzindo em cerca de 30% a carga térmica da radiação solar (CTR) sobre o animal (BAÊTA; SOUZA, 1997).

Para Baêta e Souza (1997) o sombreamento natural é mais eficiente que o sombreamento artificial, pois a vegetação transforma a energia solar em energia química latente pela ação da fotossíntese e esse processo reduz a incidência de insolação durante o dia.

O uso de coberturas com a face superior de cor branca e a face interior de cor preta oferece melhor resultado para climas caracterizados por altas temperaturas e apesar de ser uma alternativa não tão duradora, responde com ótimos índices de conforto térmico, o que deve ser avaliado devido ao custo para tomada de decisão quanto à aplicação do recurso (BAÊTA; SOUZA, 1997).

Diante disso sabe-se que é importante o desenvolvimento de experimentos que avaliem os índices térmicos encontrados a partir do uso de diferentes materiais de cobertura como forma de determinar quais oferecem valores que mais se aproximam aos ideais no interior dos galpões, de forma a melhorar o desempenho das aves e os níveis de produtividade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período do Experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília (FAL-UnB), no Núcleo Rural Vargem Bonita, localizado em altitude média 1080m, latitude 15°56'S e longitude 47°56'W. Essa propriedade foi escolhida tendo em vista a facilidade de acesso aos alunos da UnB e os dados foram coletados no período de nove de julho de dois mil e quinze (09/06/2015) à dezessete de julho de dois mil e quinze (17/06/2015), entre as 10 e 16 horas.

3.2 Modelos Reduzidos, Locação e Tratamentos

Nos modelos de galpões avícolas utilizados no experimento adotou-se a escala reduzida 1:10 de acordo com o apresentado por Santos *et al.* (2005) e Ferreira Junior *et al.* (2009), baseado em dimensões reais de galpões comerciais para criação de frangos de corte com 12,0 metros de largura, 120,0 metros de comprimento, pé direito de 3,5 metros, tesouras espaçadas em 5 metros, beiral de 2 metros e muretas de 0,15 metros.

Os exemplares, no entanto, medem 1,1m de altura, 1,2 metros de largura, 1,5 metros de comprimento – dever-se-ia utilizar 12 metros, porem considera-se na construção dos modelos apenas três módulos em comprimento de um galpão em grande escala, cada um com 5 metros. A distância entre tesouras de 0,5 m, 0,35 metros de pé direito, beiral de 0,20 metros e muretas de 1,5 cm. O piso dos galpões foi elevado em relação ao solo em 40 cm para que o fluxo do ar agisse à altura aproximada aos galpões reais (JENTZSCH, 2002).

Os três modelos foram construídos de madeira compensada com espessura de 1,0 cm, sendo que se fez necessário o uso de parafusos para madeira e caibros de 3x3cm para fixação destas e material de suporte para cobertura. O acabamento foi dado com duas demãos de tinta acrílica branca, solúvel em água que foram aplicadas na parte externa e interna dos modelos.

A área para alocação e a disposição dos modelos é apresentada na Figura 2.

Figura 2. Modelos Reduzidos Alocados no Campo.



Fonte: A autora.

Os galpões foram distribuídos em uma área de relevo com baixa inclinação; o local tem presença de gramado e ausência de vegetação arbustiva ou arbórea circundantes, características que permitem boa ventilação sem sombreamentos. Os modelos foram disponibilizados com seu comprimento no sentido Leste-Oeste, dispostos de forma não alinhada e distanciados entre si por aproximadamente 8 metros.

Foram utilizadas telhas cerâmica e telha de fibrocimento minionda. A telha cerâmica foi considerada como telha de referência, em um modelo reduzido, e os outros dois modelos foram cobertos com telha de fibrocimento minionda, onde uma delas teve a sua superfície exposta ao sol pintada com tinta acrílica branca (modificada tecnologicamente), para fins de comparação entre a telha de fibrocimento original (não pintada).

As inclinações das coberturas utilizadas foram as recomendadas pelos fabricantes. Os três tratamentos são detalhados na Tabela 1, sendo CE o tratamento com telha de cerâmica, FCP o tratamento com telha de fibrocimento minionda com a superfície exposta ao sol pintada e FC o tratamento com telha de fibrocimento minionda.

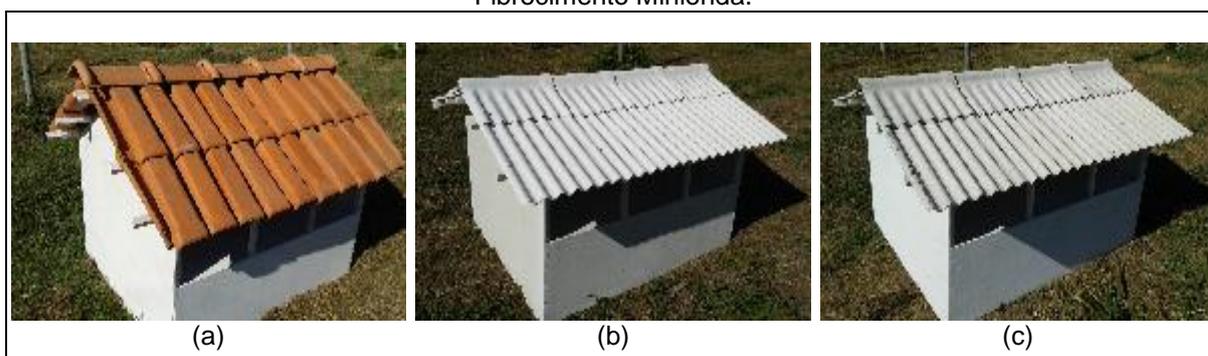
Tabela 1. Descrição dos Tratamentos Utilizados em Modelos Reduzidos de Galpões Avícolas.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS
CE	Telha de cerâmica tipo canal, com 12mm de espessura, 30° de inclinação.
FCP	Telha de fibrocimento minionda, sua superfície exposta ao sol pintada com uso de tinta acrílica branca, cor cinza, com 15° de inclinação.
FC	Telha de fibrocimento minionda, de cor cinza, com 15° de inclinação.

Fonte: A autora.

Os detalhes construtivos dos modelos podem ser visualizados na Figuras 3.

Figura 3. Imagens Coletadas Durante a Preparação dos Modelos Reduzidos: a) Modelo com Telha Cerâmica; b) Modelo com Telha de Fibrocimento Minionda Pintada; c) Modelo com Telha Fibrocimento Minionda.



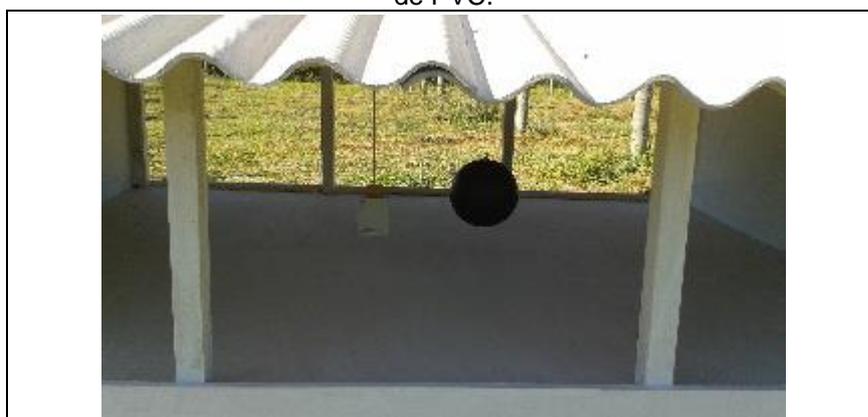
Fonte: A autora.

3.3 Coleta de Dados e Instrumentos

As coletas dos dados foram feitas a partir da instrumentação colocada no interior dos modelos e por meio de uma estação meteorológica, presente na Fazenda Água Limpa, que dispõe de equipamentos para coleta de dados de temperatura do bulbo seco (Tbs), umidade relativa do ar (UR) e a velocidade do vento (vv), externos aos modelos.

Os instrumentos internos foram instalados à altura de 3 cm, procurando representar a altura média das aves (30cm). Por meio do uso de dataloggers (modelo HOBO U12-011, da marca Onset - o aparelho trabalha em uma faixa de temperatura entre -20°C a 70°C e umidade relativa do ar entre 5% a 95%, com resoluções respectivas de $0,03^{\circ}\text{C}$ e 0,03%), registrou-se dados de temperatura do bulbo seco (Tbs), a umidade relativa do ar (UR) e a temperatura interna ao globo negro de PVC, chamada temperatura do globo negro (Tgn). Os dataloggers foram posicionados igualmente centralizado nos três modelos e sincronizados para a coleta de dados de hora em hora. A disposição dos equipamentos no interior dos modelos pode ser observada na Figura 4.

Figura 4. Representação dos Equipamentos: Datalogger e Globo Negro de PVC.

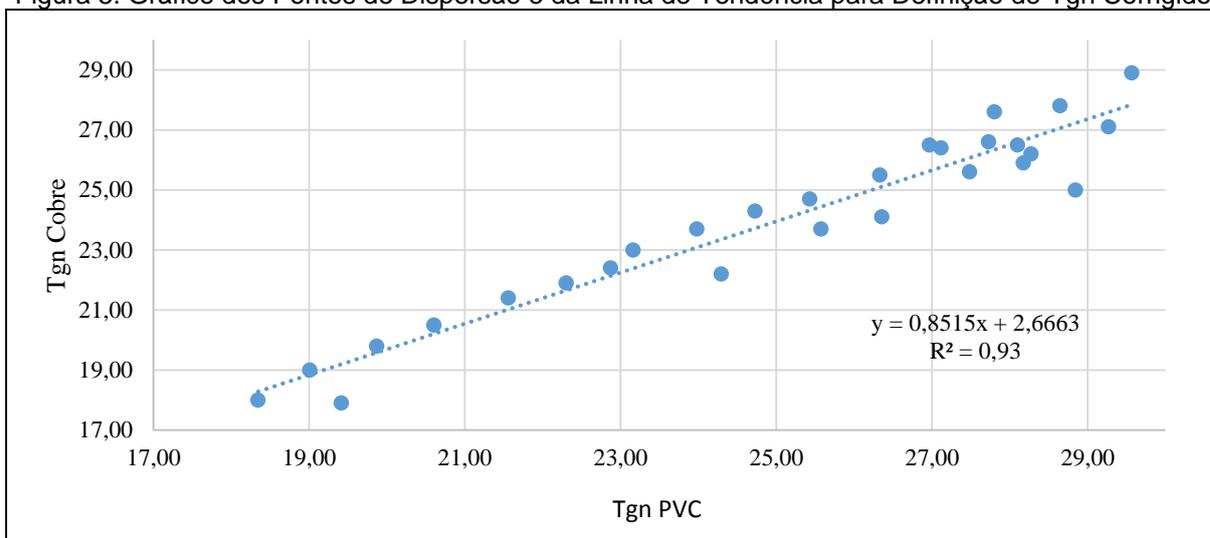


Fonte: A autora.

Para registro da Tgn foram dispostos dataloggers dentro de globos de PVC, com diâmetro externo de 13 cm e diâmetro interno de 11 cm. Os valores de temperatura do globo negro (Tgn) coletados foram corrigidos quanto aos valores de Tgn para o globo negro de cobre. Tal correção foi realizada a partir da realização de uma curva de calibração com dados coletados simultaneamente e na mesma

condição a um globo negro de cobre, conforme recomendações padrões, totalizando 28 leituras para estabelecer a correção. A coleta foi realizada de 20 em 20 minutos, entre as 8:20 e 17:20 em um mesmo e único dia. A equação determinada pela linha de tendência obtida pela dispersão dos valores de Tgn considerando os dois equipamentos é demonstrada na Figura 5.

Figura 5. Gráfico dos Pontos de Dispersão e da Linha de Tendência para Definição de Tgn Corrigido



Fonte: A autora.

O R-Quadrado é uma medida do grau de proximidade entre os valores estimados. Observa-se que neste estudo R^2 tem valor próximo a 90%, o que demonstra relativa variação entre os índices de Tgn para o globo negro de PVC e para os índices do globo de cobre. A correção da Tgn obtida por meio do globo negro de PVC, a ser usada para os cálculos do ITGU e CTR, foi feita a partir da Equação 1.

$$y = 0,8515x + 2,6663 \tag{1}$$

em que:

y é o valor referente ao Tgn corrigido;

x é o valor de Tgn pelo globo negro de PVC.

A velocidade do ar, no ambiente externo aos modelos, foi medida utilizando um anemômetro de concha presente na estação meteorológica, da marca Vaissala e modelo WMS302, à altura de 3,45m. Já a velocidade do vento, dentro dos modelos reduzidos, foi estimada a partir da velocidade do vento (vv) coletada pela estação meteorológica, corrigindo-se os dados da altura original de 3,45m para a altura desejada de 0,43m, com o uso da Equação 2. Este procedimento foi necessário pelo

fato de não haver disponibilidade de equipamento apropriado para a coleta automática da velocidade do vento internamente aos modelos.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\ln(z_2 - d) - \ln z_0}{\ln(z_1 - d) - \ln z_0} \quad (2)$$

em que:

U_1 e U_2 são as velocidades médias para as elevações;

z_1 e z_2 são as elevações; onde, z_1 pode ser considerado o nível de referência, z_2 é o nível da observação;

d é o deslocamento do plano zero, considerado 0,63h.

As coletas foram feitas automaticamente entre os dias 09/06/2015 a 17/06/15 e foram consideradas as horas mais quentes do dia, ou seja, o horário compreendido entre as 10 e as 16 horas, com intervalos hora em hora.

3.4 Índices Térmicos

A avaliação do conforto animal é feita usando os índices de conforto térmico. Os mais utilizados são o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR). O índice de temperatura do globo negro e umidade considera a temperatura do globo negro (T_{gn}) e a temperatura do ponto de orvalho (T_{po}). Já a carga térmica radiante considera a temperatura média radiante (TMR) e a constante de Stefan-Boltzmann (σ) conforme apresentado nas equações 3, 4 e 5.

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 \times T_{po} - 330,08 \quad (3)$$

em que:

ITGU é o índice de temperatura e umidade;

T_{gn} é a temperatura do globo negro (K);

T_{po} é a temperatura do ponto de orvalho (K).

$$CTR = \sigma \times (TMR)^4 \quad (4)$$

$$TMR = 100 \left[2,51 \times (vv)^{0,5} \times (T_{gn} - T_{bs}) + \left(\frac{T_{gn}}{100} \right)^4 \right]^{\frac{1}{4}} \quad (5)$$

em que:

CTR é a carga térmica radiante (w/m^2);

σ é a constante de Stefan-Boltzman, $5,67 \times 10^{-8}$ ($w.m^{-2}.K^{-4}$);

TMR é a temperatura média radiante (K);

vv é a velocidade do vento, $m.s^{-1}$;

Tbs é a temperatura do bulbo seco (K).

3.5 Análise Estatística

Utilizou-se do delineamento em blocos casualizados (DBC), em que os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, com nove repetições (dias de medição), atribuindo às parcelas os modelos construídos em escala reduzida com as diferentes coberturas, e às subparcelas, os horários de medição. As médias de ITGU e CTR para os tratamentos foram comparadas por meio do teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, com o uso do programa Assistat 7.7 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados médios do período de nove de julho de dois mil e quinze (09/06/2015) à dezessete de julho de dois mil e quinze (17/06/2015), entre as 10 e 16 horas, para temperatura do bulbo seco (Tbs), umidade relativa do ar (UR) e temperatura do globo negro (Tgn).

O tratamento FCP foi o que apresentou o menor valor para temperatura do bulbo seco (Tbs) e temperatura do globo negro (Tgn) e o tratamento com FC os maiores valores tanto para Tbs quanto para Tgn. Apesar de apresentarem valores médios diferentes, de uma forma geral, estes valores foram bastante próximos. Observa-se que no ambiente externo (AMB) foi encontrado menor valor para a Tbs, devido ao uso de abrigo para os equipamentos localizados na estação meteorológica. Os dados de Tgn não foram coletados externamente.

Tabela 2. Valores Médios da Temperatura do Bulbo Seco, Umidade Relativa do Ar e Temperatura do Globo Negro para os Diferentes Tratamentos.

Tratamentos	Tbs (°C)	UR (%)	Tgn (°C)
CE	27,22±1,61	47,50±5,60	26,81±1,57
FCP	26,63±1,50	48,24±5,45	26,47±1,54
FC	27,23±1,48	46,82±5,38	26,86±1,52
AMB	25,55±1,01	49,33±3,70	-----

Fonte: A autora.

Segundo Medeiros *et al.* (2005), para as aves, ambientes frios apresentam temperaturas variando de 16 a 20°C; ambientes confortáveis temperatura de 26°C e ambientes quentes temperaturas que variam de 32 a 36°C. A temperatura do bulbo seco dos tratamentos variaram de 26,63A partir desta observação, pode-se dizer que, para todos os tratamentos, a temperatura média dentro dos modelos caracterizou ambiente considerado confortável. Para Medeiros (2001) o valor da umidade relativa do ar média ideal para frangos é de 50 a 70%. Neste experimento os valores ficaram entre 46,82 e 48,24, um pouco abaixo da faixa de umidade relativa do ar ideal ao conforto animal defendida pelo autor.

Na Tabela 3 visualiza-se a análise de variância para ITGU e CTR correspondente aos tratamentos e horários de medição.

Houve diferenças estatísticas significativa tanto para ITGU quanto para a CTR para a interação entre telhas x horários ($p < 0,01$). Na Tabela 3 ainda é possível perceber que houve baixa variabilidade dos valores médios tanto das parcelas quanto para subparcelas que foram respectivamente, de 0,38 e 1,12% para o ITGU e 0,51 e 1,05% para a CTR.

Tabela 3. Resumo da Análise de Variância do ITGU E CTR em Relação aos Tratamentos e aos Horários de Medição

FV	GL	Quadrados Médios	
		ITGU	CTR (W/m ²)
Blocos	8	15,69**	643,14**
Telhas (a)	2	3,63**	28,00*
Erro (a)	16	0,08	5,42
Horários (b)	6	64,03**	2931,36**
Telhas x horários	12	0,06**	4,57**
Erro (b)	144	0,67	22,82
CV (%) Erro (a)		0,38	0,51
CV (%) Erro (b)		1,12	1,05

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) pelo teste Scott-Knott; *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: A autora.

Matos (2001) ao avaliar o efeito dos sistemas de ventilação, associados à nebulização interna e à aspersão sobre cobertura em criação de alta densidade, verificou que houve diferença significativa entre os valores de ITGU para horário e interação horário x sistema. O mesmo estudo apresentou resultados com diferença significativa entre valores de CTR para sistema e também para horário e interação horário x sistema.

Santos *et al.* (2005) verificaram que tanto para ITGU quanto para CTR, houve diferenças significativas para fatores de tratamento e horários de medição. Porém não houve diferença significativa quanto a interação tratamento x horário.

Na Tabela 4 visualiza-se a interação entre o tratamento feito com telhas e os horários de medição, para o ITGU.

Tabela 4. Resultados Médios de ITGU para os Tratamentos e os Horários de Medição

TRAT	HORÁRIO						
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
CE	70,53 aD	72,51 aC	73,42 aB	74,44 aA	74,96 aA	74,22 aA	74,77 aA
FCP	70,21 aD	72,10 aC	72,91 aB	73,84 aA	74,36 aA	73,92 aA	74,54 aA
FC	70,65 aD	72,55 aC	73,39 aB	74,36 aA	74,77 aA	74,29 aA	74,74 aA

Colunas - letras minúsculas; Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: A autora.

Os valores de ITGU, para todas as telhas testadas, apresentam resultados que são crescentes do período das 10:00 horas até as 13:00 horas, quando atingem seus valores máximos e assim permanecem até as 16:00 horas, não apresentando mais diferença estatística significativa.

Observa-se também que as telhas não diferiram o ITGU entre si dentro de cada horário de medição, ou seja, os três tratamentos foram iguais estatisticamente em todos os horários, não implicando em diferença climática dentro dos modelos em função do tipo de telha testado, de acordo com a análise estatística realizada.

Entretanto, ao se analisar a variável tratamento isoladamente (e desconsiderando-se a interação significativa), pelo resultado da média do ITGU, conforme apresentado na Tabela 5, é possível identificar que o tratamento FCP apresentou a menor média e que esta diferiu das duas demais estatisticamente, mesmo estes valores estando bastante próximos.

Tabela 5. Resultados Médios do ITGU para os Diferentes Tratamentos

TRATAMENTO	ITGU
CE	73,55 a
FCP	73,12 b
FC	73,53 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, no nível de 1% de probabilidade.

Fonte: A autora.

O fato de o tratamento FCP ter apresentado menor valor para o ITGU pode ser justificado pelo fato de a pintura de cor branca na superfície exposta ao sol da telha ter acrescentado propriedades refletivas a esta, agindo como um bloqueio contra os raios solares, absorvendo assim menor quantidade de energia térmica. Por consequência diminui o aquecimento interno e possível gastos com manutenção do microambiente, na busca por temperaturas confortáveis às aves.

Medeiros *et al.* (2005) consideram ambientes confortáveis aqueles que apresentam variação de ITGU entre os valores de 69 a 77. Baêta e Souza (1997) observam que os valores de ITGU acima de 75 conferem situação de perigo aos animais. Apesar de próximos, em nenhum momento, para os 3 tratamentos, o valor de ITGU ultrapassou 75, sendo assim, os modelos com os tratamentos e condições admitidas não oferecem perigos aos animais, tendo em vista as condições climáticas em que foram realizados este estudo.

Os resultados médios para a CTR são apresentados na Tabela 6, observam-se nos resultados da CTR que as telhas não diferiram entre si dentro de cada horário de medição, ou seja, os três tratamentos foram iguais estatisticamente para um mesmo horário, não implicando em diferença climática dentro dos modelos em função do tipo de telha testado. Este mesmo comportamento foi observado para o ITGU.

Tabela 6. Valores de CTR (W/m²) para Interação de Telhas e Horários de Medição

TRAT	HORÁRIO						
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
CE	438,31 aD	448,55 aC	454,46 aB	461,56 aA	465,24 aA	462,38 aA	466,67 aA
FCP	437,48 aE	447,56 aD	453,08 aC	459,94 aB	463,25 aB	462,05 aB	468,07 aA
FC	438,35 aE	449,18 aD	455,51 aC	461,98 aB	466,00 aA	462,59 aB	467,09 aA

Colunas - letras minúsculas; Linhas - letras maiúsculas. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: A autora.

Observam-se nos resultados da CTR que as telhas não diferiram entre si dentro de cada horário de medição, ou seja, os três tratamentos foram iguais estatisticamente para um mesmo horário, não implicando em diferença climática dentro dos modelos em função do tipo de telha testado. Este mesmo comportamento foi observado para o ITGU.

Já em relação aos horários de medição ao longo do dia, pode-se observar que a telha cerâmica promoveu o aumento da CTR mais rapidamente dentro dos modelos, em relação a FC e a FCP, onde esta última foi o tratamento que mais tempo demorou para propiciar aumento da CTR dentro dos modelos, sinalizando para um melhor resultado quando comparado as demais telhas, que propiciaram resultados maiores em tempos menores. Porém, a partir das 16:00 horas, ambas as telhas já apresentavam resultados estatisticamente iguais para a CTR.

Em relação aos valores obtidos neste estudo para CTR os mesmos se aproximam aos valores obtidos por Sarmiento *et al.* (2005) que, por sua vez, obtiveram diferença significativa entre os sistemas e que não foi possível observar diferença para os horários.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que o tratamento com telha de fibrocimento minionda pintada com tinta acrílica branca apresentou melhores resultados para índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e da carga térmica radiante (CTR) o que propicia melhores condições de conforto dentro dos modelos reduzidos quando comparados a telha de fibrocimento minionda não pintada e a telha cerâmica, dentro das condições nas quais foram realizadas este estudo.

Considerando-se que no período em que foi realizado o estudo ocorreram temperaturas amenas, além da não medição da velocidade do vento dentro dos modelos, recomenda-se novos estudos em época de temperaturas mais altas e com o uso de anemômetros dentro dos modelos reduzidos, haja visto a possibilidade dos resultados divergirem dos encontrados neste estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA – **Relatório Anual 2015**. São Paulo, 2015, 248 p. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/c59411a243d6dab1da8e605be58348ac.pdf>>. Acesso em: 08 fev. 2016.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F.R.F.; PAIVA, D.P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 2007, vol.59, n.4, pp. 1014-1020. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v59n4/30.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. **Produção e Manejo de Frangos de Corte** – Série Didática. Viçosa: UFV. 2010. 88 p.

ASSIS, S.M. **Unidade 6: vento**. Ministério da Educação, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Meteorologia, Departamento de Meteorologia. Pelota, RS. Disponível em: <minerva.ufpel.edu.br/~assis/agro/agro_06.doc>. Acesso em: 08 jun. 2015.

AVILA, V.S.; JAENISCH, F.R.F.; PIENIZ, L.C.; LEDUR, M.C.; ALBINO, L.F.T.; OLIVEIRA, P.A.V. **Produção e Manejo de Frangos de Corte**. Concórdia, SC, Embrapa - CNPSA - MARA. Documento n. 28, p. 43, 1992. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58448/1/doc28.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

AVILA, V.S.; KUNZ, A.; BELLAVER, C.; PAIVA, D.P.; JAENISCH, F.R.F.; MAZZUCO, H.; TREVISOL, I.M.; PALHARES, J.C.P.; ABREU, P.G.; ROSA, P.S. **Boas Práticas de Produção de Frangos de Corte**. Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, n. 51, Concórdia, SC, Setembro 2007. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_s8t285e.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2014.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em Edificações Rurais: conforto animal**. UFV, Viçosa, 1997. p. 246.

BUENO, L.; ROSSI, L.A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, v. 10, n. 2, p. 497-504, 2006.

CANEVER, M.D.; TALAMINI, D.J.D.; CAMPOS, A.C.; SANTOS FILHO, J.I. dos. **A Cadeia Produtiva do Frango de Corte no Brasil e na Argentina**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1997, p. 150. Documentos, 45. Disponível em:

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58422/1/doc45.pdf>>. Acesso em: 03, mar. 2016.

CASSUCE, D.C.; **Determinação das Faixas de Conforto Térmico para Frangos de Corte de Diferentes Idades Criados no Brasil**. 2011 103 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

Disponível em:

<<http://www.ufv.br/dea/ambiagro/gallery/publica%C3%A7%C3%B5es/tesedeborahds.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

CASTRO, A.C.; SILVA, I.J.O.; BORTOLINI, E.S.; NUNES, M.L.A. Desempenho térmico de diferentes materiais utilizados como cobertura em modelos reduzidos de instalações avícolas. **Anais do IV Simpósio de Construções Rurais e Ambientes protegidos**. Viçosa: UFV. p 513-517. 2012.

DAMASCENO, F.A.; SCHIASSIS, L.; SARAZ, J.A.O.; GOMES, R.C.C.; BAÊTA, F.C. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 42, 2010. Disponível em:

<<http://www.ufv.br/dea/ambiagro/gallery/publica%C3%A7%C3%B5es/Gomes991.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

FERREIRA, R.C. **Ambiência em Instalações Rurais**. UFG – Universidade Federal de Goiás, jun. 2007. Disponível em:

<http://www.agro.ufg.br/up/68/o/Apostila_Ambienciaconstrucoes_rurais.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2014.

FERREIRA JUNIOR, L.G.; YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, F.; SILVA, E.; SILVA, G.C.A. Ambiente térmico no interior de modelos físicos de galpões avícolas equipados com câmaras de ventilação natural e artificial. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG, v. 27, n. 3, p. 166-178, 2009.

FURTADO, D.A.; AZEVEDO, P.V.; TINÔCO, I.F.F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

FURTADO, D.A.; TINÔCO, I.F.F.; NASCIMENTO, J.W.B.; LEAL, A.F.; AZEVEDO, M.A. Caracterização das instalações avícolas na mesorregião do agreste paraibano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.831-840, set/dez 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n3/28080.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

JENTZSCH, R. **Estudo de modelos reduzidos destinados à predição de parâmetros térmicos ambientais em instalações agrícolas**. 2002. 103 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiência) – Universidade Federal de Viçosa,

Viçosa, 2002. Disponível em:

<<http://www.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/Tese%20de%20Rolf%20Jentzsch2002.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

JENTZSCH, R; BAÊTA, F.C.; TINOCO, I.F.F.; DAMASCENO, F.A.; CECON, P.R.; SARAZ, J.A.O. Predição de parâmetros térmicos ambientais no interior de modelos físicos em escalas reduzidas de galpões avícolas. **Interciência**, v. 36, n. 10, out. 2011, p. 738-742

Asociación Interciencia, Caracas, Venezuela. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Flavio_Damasceno/publication/237033131_Predio_de_parmetros_trmicos_ambientais_no_interior_de_modelos_fsicos_em_escalas_reduzidas_de_galpes_avcolas/links/0f31753283d37badee000000.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2016.

LAGANÁ, C.; ROBEIRO, A. M. L.; A influência da temperatura na alimentação de frangos de corte. **Boletim de Indústria Animal**, Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, v.64, n. 1, pg. 79-89, jan./mar., 2007. Disponível em:

<<http://revistas.bvs-vet.org.br/bia/article/view/8060/8333>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

MATOS, M.L. **Conforto térmico ambiente e desempenho de frangos de corte, alojados em dois níveis de alta densidade, em galpões com sistema de ventilação em túnel e ventilação lateral**. 2001. 89 f. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2001. Disponível em: <<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/159705f.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2015.

MEDEIROS, C.M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. 2001. 125 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001. Disponível em:

<<http://www.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/Tese%20de%20Carlos%20Medeiros2001.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

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

MENEGALI, I.; BAÊTA, F.C.; TINÔCO, I.F.F.; CORDEIRO, M.B.; GUIMARÃES, M.C.C.; Desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de instalação semiclimatizadas no sul do Brasil. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 18, n. 6, p.461-471, nov./dez. 2010. Disponível em:

<<http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng/article/viewFile/197/136>>. Acesso em: 06 jul. 2015.

NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. **As perdas de calor das aves: entendo as trocas de calor com o meio**. Disponível em:

<http://www.avisite.com.br/cet/img/20100916_trocasdecalor.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2016.

OLIVEIRA, C. E. G.; MARTIN, S.; ZANATTA, F. L.; RIBEIRO, A. C. F.; DAMASCENO, F. A. Características arquitetônicas e tecnológicas de galpões para criação de Frangos de corte no distrito federal. Nota Técnica. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa, v. 22, n. 2, p.162-171, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng/article/viewFile/426/312>>. Acesso em: 08 fev. 2016.

RODRIGUES, W. O. P.; GARCIA, R.G.; NÃÃS, I.A; ROSA, C. O. R.; CALDARELLI, C. E. Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p.1666-1684, 2014. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/EVOLUCAO.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

SANTOS, P.A; YAHAGI JUNIOR, T.; TEIXEIRA, V.H.; FERREIRA, L. Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, SP, v.25, n.3, p.575-584, set./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v25n3/28052.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2014.

SARMENTO, L.G.V.; DANTAS, R.T.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; SILVA, J.H.V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, Areia, PB, CCA/UFPB, v.26, n.2, p.117–122, 2005. Disponível em: <http://www.cca.ufpb.br/revista/pdf/2005_2_6.pdf>. Acesso em: 19 dez. 2014.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.1-7, 1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v51n1/01.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2016.

SILVA, F. A. S. AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: **World congress on computers in agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

VOILÀ, M.; TRICHES, D. A cadeia de carne de frango: uma análise dos mercados brasileiro e mundial de 2002 a 2010. IPES – Instituto de Pesquisas Econômicas e Sociais. **Texto para Discussão** n. 44, jan. 2013. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/TD_44_JAN_2013_1.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2015.