

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Curso de Pós Graduação em Zootecnia

Leonora Ribeiro Valadares

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM UMA GRANJA COMERCIAL DE
FRANGOS DE CORTE COM E SEM PINTURA DE TELHADO**

DIAMANTINA – MG

2015

Leonora Ribeiro Valadares

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM UMA GRANJA COMERCIAL DE
FRANGOS DE CORTE COM E SEM PINTURA DE TELHADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Joerley Moreira

Coorientadora: Maria Clara de Carvalho Guimarães

**DIAMANTINA – MG
2015**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM

Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

V136a

Valadares, Leonora Ribeiro

Avaliação do conforto térmico em uma granja comercial de frangos de corte com e sem pintura de telhado /Leonora Ribeiro Valadares. – Diamantina: UFVJM, 2015.

43 p. : il.

Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Ambiência. 2. Avicultura. 3. Construções rurais. Instalações avícolas. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 636.5

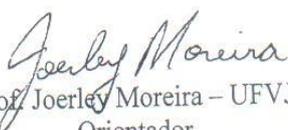
Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LEONORA RIBEIRO VALADARES

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM UMA GRANJA COMERCIAL
DE FRANGOS DE CORTE COM E SEM PINTURA DE TELHADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

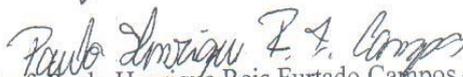
APROVADA em 13/07/2015


Prof. Joerley Moreira – UFVJM
Orientador


Prof.^a Maria Clara de Carvalho Guimarães – UFVJM
Coorientadora


Prof. Heder José D'Avila Lima – UFMT


Prof. Aldrin Vieira Pires – UFVJM


Prof. Paulo Henrique Reis Furtado Campos – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2015

Aos meus pais, Benedito Valadares Vasconcelos e Neuza Ribeiro Valadares,

À minha Irmã, Nermy Ribeiro Valadares,

Ao meu namorado, Fabrício Coimbra Alcântara.

Dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me acompanhar nesta jornada.

Ao Professor Dr. Joerley Moreira, pela orientação, ensinamentos, colaboração em todas as fases deste trabalho e por me motivar a seguir em frente. Agradeço também pela confiança e amizade demonstrada dentro e fora da Universidade.

À Professora Dra. Maria Clara de Carvalho Guimarães, pelos ensinamentos, amizade e pela colaboração imprescindível para a realização deste trabalho.

Aos componentes da banca de correção, pela disposição e colaboração na mesma, em especial ao professor Aldrin Vieira Pires (*in memoriam*), pela colaboração na parte estatística e pelas inúmeras conversas de incentivo. Aldrin, muito obrigada! Até breve.

Aos membros da granja Nossa Senhora Aparecida, Ivania (proprietária), e aos funcionários, Júscelio e Jadir, pelo apoio e auxílio na coleta dos dados experimentais.

Aos meus pais, fonte diária de motivação.

Aos meus avós, especialmente meu avô Lucas, por ser um exemplo de princípios como honestidade e ética aos quais sigo na vida e na minha profissão.

Aos amigos que sempre estiveram ao meu lado: Elenice, Sâmela, Dayane, Karine e Gabi. E à querida amiga Ísis, que, mesmo distante, se mostrou presente nos momentos que eu precisei.

Às queridas funcionárias Elizzandra, Elizângela e Talita pela paciência e disposição em ajudar, e, principalmente, pela motivação.

Aos professores do Departamento de Zootecnia.

A todos os funcionários da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri que auxiliaram, direta ou indiretamente, na minha formação.

Ao CNPq e FAPEMIG, pelo suporte financeiro.

À Capes, pela bolsa de estudos concedida.

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

BIOGRAFIA

LEONORA RIBEIRO VALADARES, filha de Benedito Valadares Vasconcelos e Neuza Ribeiro Valadares, nasceu em 01 de maio de 1988, na cidade de Diamantina – MG. Em novembro de 2012, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Em novembro de 2012, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), na área de Produção Animal, linha de pesquisa Avicultura, submetendo-se à defesa de dissertação em julho de 2015.

RESUMO

VALADARES, Leonora Ribeiro. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, julho de 2015. **Avaliação do conforto térmico em uma granja comercial de frangos de corte com e sem pintura de telhado** 43p. Orientador: Joerley Moreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da pintura externa do telhado sobre as variáveis climáticas, índices de conforto térmico, temperatura corporal e desempenho de frangos de corte da linhagem Cobb 500. O trabalho foi realizado em uma granja comercial de frangos de corte com dois galpões convencionais, ambos com sistema de ventilação positiva e nebulização, sendo um com as telhas pintadas de branco e o outro sem pintura de telhado. Em cada galpão foram alojadas 19.300 aves, em um lote misto. Os dados foram coletados no período de 21 a 42 dias de criação das aves. Aplicou-se para avaliação das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico, o delineamento inteiramente casualizado, em parcela subdividida, sendo nas parcelas os dois galpões (com e sem pintura de telhado) e nas subparcelas os cinco horários de avaliação (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h), avaliados durante 22 dias, tidos como repetição. Para a análise da temperatura corporal das aves utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, em parcela subdividida, sendo nas parcelas os dois galpões (com e sem pintura de telhado) e nas subparcelas três pontos de coleta de dados no interior dos galpões (início, meio final) com quatro semanas de avaliação, tidas como repetição. A avaliação dos dados de desempenho foi realizada por comparação dos dados obtidos com os recomendados pelo manual de manejo da linhagem de criação. Foram avaliadas as variáveis ambientais: temperatura do ar ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura do telhado (TT), temperatura do forro do telhado (TF), temperatura da cama (TC). Os índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR). As temperaturas corporais: a temperatura retal (TR) e a temperatura superficial (TS). O desempenho foi avaliado por meio do peso vivo (PV), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade (VB) e índice de eficiência produtiva (IEP). O resultado da análise dos dados mostrou que a pintura externa do telhado na cor branca, proporcionou melhorias no interior do galpão para a TA, TT, ITU e CTR, principalmente nos horários de maior estresse calórico das aves (de 12:00 às 15:00 horas). A UR e o ITGU variaram apenas em função dos diferentes horários, sendo que os valores da UR apresentou redução até as 15:00 horas e depois voltou a aumentar e os valores de ITGU aumentaram até as 15:00 horas e depois voltou a reduzir. A temperatura corporal teve variação apenas em função dos pontos de coleta nos galpões e os dados de desempenho mostraram que as aves criadas no galpão com telhado pintado de branco, apresentaram melhor conversão alimentar em relação às do galpão com telhado sem pintura e em relação ao padrão da linhagem. Com base nos resultados, conclui-se que a pintura externa do telhado de granjas comerciais na cor branca, contribui para melhorar o ambiente térmico no interior das granjas comerciais, não afetar a temperatura corporal, mas melhora a conversão alimentar das aves.

Palavras-chave: Ambiência. Avicultura. Construções rurais. Instalações Avícola.

ABSTRACT

VALADARES, Leonora Ribeiro. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2015 July. 43p. **Roof exterior paint effect on comfort index and physiological parameters for broilers.** Adviser: Joerley Moreira. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

This work aimed to evaluate the influence of the roof exterior paint on climate variables, thermal comfort indices, body temperature and performance of broiler chickens of Cobb 500. The work was carried out on a commercial farm in broilers with two conventional sheds, both positive and misting ventilation system, one with painted tiles in white and the second in the natural way. In each house they were housed 19.300 birds, mixed batch. Data were evaluated from 21 to 42 days of creating the birds. Applied for evaluation of environmental variables and indices of thermal comfort, completely randomized design in a split plot, being the plots the two sheds (with and without a roof painting) and the subplots five times evaluation (6:00 , 09:00, 12:00, 15:00 and 18:00), evaluated for 22 days, regarded as repetition. For the analysis of body temperature of birds we used a completely randomized design in split plot, being the plots the two sheds (with and without a roof painting) and the subplots data collection points inside the sheds (early , final half) with four-week evaluation, considered as repetition. The evaluation of performance data was performed by comparing the data with those recommended by the manual handling of breeding lineage. Environmental variables were evaluated: ambient air temperature (RT), relative humidity (RH), roof temperature (TT), the lining temperature (TF), temperature of the bed (TC), the thermal comfort indexes: index temperature and humidity (ITU), the black globe temperature and humidity index (BGT) and radiant heat load (RHL), the body temperatures: a rectal temperature (RT) and surface temperature (TS) and the performance was evaluated by through the body weight (BW), weight gain (WG), feed intake (FI), feed conversion (FC), viability (VB) and productive efficiency index (IEP). The result of data analysis showed that the roof exterior paint in white, provided improvements inside the shed to the TA, TT, ITU and CTR, especially in times of greater thermal stress of birds (from 12:00 to 15:00 hours).UR and BGT only varied according to different schedules, and the UR values declined until 15:00 and then again increased and BGHI values increased until 15:00 and then again cut. The physiological parameters varied only on the basis of collection points in the sheds and performance data showed that birds raised in the shed with white painted roof, showed better feed conversion in relation to the shed with roof unpainted and compared to standard line. Based on the results, it is concluded that the roof exterior paint of commercial farms in white, helps to improve the thermal environment inside the commercial farms without affecting the body temperature and still improving feed conversion of the birds.

Keywords: Environment. Poultry. Rural buildings. Poultry houses.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores ideais de temperatura (°C) e umidade relativa (%) para frangos de corte em função da idade.....	20
Tabela 2. Valores do índice de temperatura e umidade (ITU) índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade	20
Tabela 3. Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa, temperatura do telhado, temperatura do forro e temperatura da cama em galpões comerciais de frangos de corte, comelhado pintado e não pintado, no período de 21 a 42 dias de idade das aves.....	27
Tabela 4. Valores da carga térmica radiante (CTR) e dos índices de conforto térmico, índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e índice de temperatura e umidade (ITU) em galpões comerciais de frangos de corte, com telhado pintado.....	31
Tabela 5. Valores da temperatura retal e temperatura superficial de frangos de corte e dos índices de conforto térmico alojados em galpões comerciais de frangos de corte, com telhado pintado dos 21 aos 42 dias de idade.....	35
Tabela 6. Valores médios de peso vivo (PV), ganho médio diário (GPM), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VB) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte alojados em um galpão com telhado pintado (GP) e em um galpão com telhado não pintado (GNP) em comparação ao manual de criação da linhagem Cobb 500.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valores médios da temperatura do ar no período de 21 a 42 dias de vida das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h) no galpão pintado (GP) e no galpão não pintado (GNP).....	28
Figura 2 - Valores médios da umidade relativa do ar no período de 21 a 42 dias de vida das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h)	29
Figura 3 - Valores médios da carga térmica radiante (CTR- W/m ²) no período de 21 a 42 dias de vida das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h) no galpão pintado (GP) e no galpão não pintado (GNP).....	32
Figura 4 - Valores médios do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no período de 21 a 42 dias de vida das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h)	33
Figura 5 - Valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU) no período de 21 a 42 dias de vida das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h) no galpão pintado (GP) e no galpão não pintado (GNP).....	34

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. Influência da ambiência na produção de frangos de corte em clima tropical.....	17
2.1.2. Variáveis climáticas.....	18
2.1.3. Respostas fisiológicas das aves.....	19
2.2. Índices ambientais de avaliação de conforto térmico.....	20
2.2.1. Índice de temperatura e umidade.....	20
2.2.2. Índice de temperatura de globo negro e umidade.....	21
2.2.3. Carga térmica radiante.....	21
2.2.4. Conforto térmico para frangos de corte.....	21
2.3. Importância do telhado nas instalações avícolas.....	23
2.3.1. Influência da pintura do telhado.....	24
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Experimento.....	25
3.2. Delineamento.....	25
3.3. Variáveis analisadas.....	26
3.3.1. Variáveis climáticas.....	26
3.3.2. Índices de conforto térmico.....	26
3.3.3. Parâmetros fisiológicos.....	27
3.3.4. Desempenho e análise econômica.....	27
3.3.5. Análise estatística.....	28
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28

4.1. Variáveis climáticas.....	28
4.2. Índices de conforto térmico.....	32
4.3. Parâmetros fisiológicos.....	37
4.4. Desempenho e análise econômica.....	38
5. CONCLUSÃO.....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

1. INTRODUÇÃO

Em países de clima tropical como o Brasil, as temperaturas elevadas associadas às altas umidades relativas contribuem como fator de estresse e decréscimo na produção animal, sendo que, na produção de frangos de corte, este efeito se torna ainda mais acentuado devido à susceptibilidade das aves ao calor, uma vez que as aves utilizadas no país foram geneticamente desenvolvidas para climas mais amenos (FIORELLI *et al.*, 2009).

Apesar deste pressuposto, o Brasil é o terceiro maior produtor e o maior exportador mundial de carne de frango, segundo o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2014). Para o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2012), fatores como qualidade, sanidade e preço contribuíram para aperfeiçoar a produtividade no setor.

De acordo com Tinoco (2001), embora uma grande parte das empresas de produção de frangos de corte no Brasil estejam investindo na construção de galpões climatizados, ainda assim é grande o número de instalações, cujos ambientes de criação apresentam desconforto térmico para as aves.

Grande parte do estresse térmico sofrido pelas aves é devido às elevações de temperatura e umidade relativa durante os períodos mais quentes do ano ou em regiões de temperaturas mais elevadas pode ser reduzido consideravelmente, protegendo as aves da radiação solar direta, ou reduzindo sua incidência para o interior das instalações avícolas. Isso pode ser conseguido parcialmente a partir da utilização de um telhado com maior potencial de reflexão da radiação solar.

Do ponto de vista bioclimático, um dos fatores que mais influenciam na carga térmica de radiação incidente são os telhados, principalmente em decorrência dos materiais de cobertura (SILVA & SEVEGNANI, 2001). Tanto Rosa (1984) quanto Nããs *et al.* (2001) atribuem como principal causa de desconforto no interior das instalações avícolas, o fluxo de calor oriundo da radiação solar através das coberturas.

Vários autores afirmam que a pintura de telhado das instalações avícolas com tinta branca promove a redução da temperatura dos telhados, assim como a redução da carga térmica de radiação no interior das instalações, contribuindo para melhorar o conforto térmico das aves (SAVASTANO JÚNIOR *et al.*, 1997; MORAES *et al.*, 1999; TINÔCO, 2001; MOURA, 2001; NÃÃS *et al.*, 2001; SARMENTO *et al.*, 2005; PASSINI *et al.*, 2013; CÉZAR, 2012).

No entanto, além dos efeitos da radiação incidente nos telhados, diversos outros fatores podem contribuir para o desconforto térmico das aves no interior das instalações. Mas, segundo Amaral *et al.* (2011), as condições do ambiente físico são em função de diversas variáveis e podem ser avaliadas pelos índices de conforto térmico.

Dentre estes índices, o índice de temperatura e umidade (ITU), o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), e a carga térmica radiante (CTR), mensurados a partir dos valores da temperatura do ar e umidade relativa, vêm sendo empregados para avaliar as características bioclimáticas em instalações para aves, afim de identificar sua efetividade na manutenção do conforto térmico (MEDEIROS *et al.*, 2005 a; OLIVEIRA *et al.*, 2006; ROCHA *et al.*, 2010). Ainda, segundo Damasceno *et al.* (2010), o sucesso da produção avícola depende, dentre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre as aves, sendo necessário, portanto, a caracterização do ambiente térmico.

Assim, considerando as mudanças que ocorreram nas instalações avícolas nos últimos anos e considerando que a pintura externa do telhado destas instalações pode proporcionar a redução dos efeitos da radiação externa que atinge a superfície do telhado, e que isso pode resultar em melhores condições de conforto térmico para as aves, o presente trabalho teve, como objetivo, avaliar o efeito da pintura externa do telhado em uma granja comercial sobre as variáveis climáticas, índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e de desempenho de frangos de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Influência da ambiência na produção de frangos de corte em clima tropical

A produção brasileira de aves em alta densidade passou a ser imperativa, e, dessa forma, a exigência de conforto térmico ambiental, que já havia crescido muito com o aumento da precocidade das aves tornou-se ainda maior, como consequência da elevação da densidade de alojamento (TINÔCO, 2001).

A definição de ambiência é bem ampla, sendo relacionada a todo o ambiente que cerca a ave. Ela está entre os fatores que afetam o bem estar animal, quando se analisa as características do meio ambiente em função da zona de conforto térmico da espécie (BRIDI, 2006). O ambiente é definido como o conjunto de fatores que afetam direta ou indiretamente os animais, sejam eles físicos, químicos, biológicos, sociais ou climáticos, excetuando-se, neste caso, os agentes patogênicos e a alimentação (BAÊTA & SOUZA, 2010). Dentre os fatores do ambiente, os térmicos são os que afetam mais diretamente a ave, pois

comprometem sua função vital mais significativa, que é a manutenção de sua homeotermia (TINÔCO, 2001). Assim, ocorrem limitações para obtenção de altos índices zootécnicos no Brasil, em função das serem aves geneticamente desenvolvidas em climas mais amenos e muitas vezes alojadas em ambientes com clima quente (FIORELLI *et al.*, 2009).

2.1.2. Variáveis Climáticas

O clima é um dos fatores mais importante a ser considerado na criação dos animais de produção. As adversidades climáticas alteram as condições fisiológicas e ocasionam o declínio na produção animal (PEREIRA, 2007).

As variáveis climáticas, (temperatura do ar, umidade relativa, entre outras) podem ter efeitos negativos ou positivos sobre os animais de produção, sendo que as aves são extremamente sensíveis às variações destas variáveis. No entanto, para caracterizar este ambiente é necessário o conhecimento das variáveis climáticas que podem ter efeito sobre os animais, assim como seus valores ideais. Estas variáveis são: temperatura do ar ou bulbo seco, umidade relativa, velocidade de vento e radiação. Entre as variáveis indicadoras das características térmicas de uma região que devem ser conhecidos pelo projetista e avicultor, destaca-se, nitidamente, a temperatura do ar e a umidade relativa do ar (TINÔCO, 2001). A umidade relativa é altamente correlacionada à temperatura ambiente. Em conjunto influenciam os processos de perda de calor latente (BAÊTA & SOUZA, 1997). Estas duas variáveis ambientais interferem no desempenho das aves, pois comprometem a sua homeotermia (DIONELLO *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2006). Segundo Hurwitz *et al.* (1980), o desenvolvimento máximo de aves na fase adulta é alcançado em temperaturas entre 18 e 20°C ocorrendo elevadas mortalidades quando a temperatura ambiente excede 38°C.

Entre as variáveis climáticas de grande influência sobre a produção de frangos de corte, há destaque também para a velocidade do vento ou ventilação, que é considerada como ótima para a máxima produção de frangos entre 1,5 a 2,5 m.s⁻¹ (MEDEIROS, 2001). A ventilação é um meio eficiente de controle da temperatura nas instalações, pois aumenta as trocas de calor por convecção, promove a eliminação do excesso de umidade do ambiente e da cama, proveniente da água liberada pela respiração das aves e através dos dejetos, para permitir a renovação do ar regulando o nível de oxigênio necessário às aves, eliminando gás carbônico e gases de fermentação dentro das instalações avícolas (ABREU & ABREU, 2000).

2.1.3. Respostas fisiológicas das aves

As aves e os mamíferos, de uma forma geral são homeotérmicos, isto é, são capazes de controlar a sua temperatura corporal interna, apesar das variações da mesma no ambiente (MEDEIROS *et al.*, 2005 b). O controle da temperatura corporal compreende a recepção de um sinal do ambiente externo por um sensor específico do corpo do animal. A condução desse sinal, por meio de um caminho aferente até o cérebro, onde é feita a sua análise e é tomada uma decisão, e, finalmente, a condução do sinal por meio do caminho eferente a um agente apropriado, que põe em funcionamento as reações homeocinéticas (BAETA & SOUZA, 2010). A termorregulação é o conjunto de estratégias utilizadas pelas aves e mamíferos para a regulação da temperatura corpórea. Apresenta-se como um mecanismo fundamental para a adaptação e manutenção de espécies animais em diferentes habitats (SOUZA & BATISTA, 2012). Assim, diversas respostas fisiológicas e comportamentais podem ser observadas como resposta ao estresse por calor, com o objetivo de controlar a temperatura corporal interna (MEDEIROS, 2001).

As estratégias fisiológicas podem incluir um aumento da frequência respiratória, mecanismo destinado a manter o equilíbrio do corpo e a temperatura através da perda de calor por evaporação, e quando esse mecanismo é interrompido há, como consequência, o aumento da temperatura corporal. A avaliação da temperatura corporal das aves é comum para estimar conforto térmico, por ser de fácil mensuração e um tipo de resposta fisiológica rápida. O aumento da temperatura retal é relatado como consequência ao aumento da temperatura do ar e umidade (MARCHINI *et al.*, 2007). Quando a temperatura do ar está muito elevada, o organismo do animal se esforça para perder calor, para que não haja aumento na temperatura do corpo, mas quando os mecanismos de termorregulação não são suficientes ocorre a elevação da temperatura retal, superficial e da frequência respiratória (FURTADO *et al.*, 2012).

A temperatura corporal das aves, se comparada à temperatura corporal dos mamíferos, além de ser mais alta é variável. A temperatura corporal interna de aves adultas é igual a 41,7°C (ABREU & ABREU, 2011). Variações nos valores de temperatura corporal estão relacionados à idade, sexo, peso corporal, atividade física e alimentação (WELKER *et al.*, 2008).

A temperatura cloacal é considerada uma medida que representa a temperatura do núcleo corporal, podendo ser utilizada como um bom indicador da condição de conforto ou

estresse calórico dos animais (NASCIMENTO, 2010). Marchini *et al.* (2007) afirmaram que 41,1°C caracteriza-se como valor de temperatura cloacal de conforto para frangos de corte. No entanto, o intervalo entre 41 e 42°C também é considerado normal (MACARI *et al.*, 1994).

De acordo com Nascimento *et al.* (2011), o mecanismo usado pelas aves para perda de calor em ambientes fora da zona termoneutra é a vasodilatação periférica, que aumenta a temperatura superficial, e que pode ser usada como indicador do estado de conforto.

Desta forma, a avaliação da temperatura cloacal e superficial têm sido usadas para avaliação de conforto térmico das aves, visto que são variáveis de resposta fisiológica rápida e de fácil mensuração.

2.2. Índices ambientais de avaliação de conforto térmico

Para estimar o conforto térmico animal, vários índices têm sido desenvolvidos a partir de testes que têm, por objetivo, expressar o conforto térmico animal com relação a um dado ambiente (BAÊTA & SOUZA, 2010). Os índices de conforto térmico procuram sintetizar os efeitos das variáveis ambientais em um único valor, tendo seus limites sido estabelecidos, em sua maioria, para climas temperados (LYRA, 2007). A percepção de conforto térmico baseia-se na perda de calor do corpo pela diferença de temperatura entre o animal e o ambiente, sendo complementada pelos mecanismos termorreguladores fazendo com que a temperatura do ar se torne a principal variável do conforto térmico para os animais (FONSECA, 2010).

2.2.1. Índice de temperatura e umidade

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi o índice mais empregado até a década de 80 para avaliar o ambiente térmico animal. Apesar da existência de índices mais expressivos, ele ainda é bastante usado, uma vez que a obtenção das variáveis utilizadas para o seu cálculo são de fácil obtenção.

A utilização do ITU é representativa, pois este índice representa, em um valor adimensional, os dois elementos climáticos mais significativos para expressar o conforto térmico animal, a temperatura e a umidade relativa (CÉZAR, 2012). Segundo Buffington *et*

al. (1981), o uso do ITU não é recomendado em condições ambientais onde a radiação solar ou a velocidade do vento são altas, pois ele não reflete a carga térmica radiante que atua sobre os animais, não podendo prever, efetivamente, a condição de desconforto do animal.

2.2.2. Índice de temperatura de globo negro e umidade

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é um índice mais completo por levar em conta a radiação e é amplamente utilizado por considerar, em um único valor, os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade relativa, da radiação e velocidade de vento (AMARAL *et al.*, 2011). Devido à utilização destes quatro elementos climáticos, o ITGU é considerado mais adequado na avaliação do ambiente térmico em condições de climas tropicais (MENEGALI *et al.*, 2009).

2.2.3. Carga térmica radiante

A carga térmica radiante (CTR) é um índice físico de conforto que inclui fatores como temperatura, radiação e velocidade do vento e que pode ser determinada pela equação de Stefan-Boltzmann (WELKER *et al.*, 2008). A CTR é normalmente utilizada para quantificar as trocas radiantes em construções. Abreu *et al.* (2001) relataram que é necessário reduzir, além da CTR incidente sobre as coberturas, a CTR interna das instalações com materiais de cobertura que sejam bons refletores e bons absorventes. Em condições de regime permanente, esse índice expressa a radiação total recebida pelo globo negro e considera os efeitos da velocidade do vento e da temperatura ambiente (PEREIRA, 2007).

2.2.4. Conforto térmico para frangos

Quando o conforto térmico das aves não é atendido, ou seja, os valores da temperatura ultrapassam o limite de conforto, podem ocorrer situações de estresse térmico. A zona de termoneutralidade está relacionada a um ambiente térmico ideal, onde as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas, ou seja, é quando o animal está em conforto térmico (FURTADO *et al.*, 2003).

Na avaliação do conforto térmico animal é preciso considerar as variações dos valores obtidos em função de valores tidos como ideais para produção animal, tendo em vista

que, quando as aves são criadas em ambientes em que, tanto a temperatura do ar quanto a umidade relativa estejam dentro da faixa ideal de criação, as aves manifestam sua máxima produtividade. Na tabela a seguir, encontram-se valores de referência das variáveis climáticas consideradas ideais para produção de frangos de corte.

Tabela 1. Valores ideais de temperatura do ar (°C) e umidade relativa (%) para frangos de corte em função da idade

Idade (dias)	Temperatura (°C)		Umidade Relativa (%)	
	Cobb ¹	Abreu & Abreu ²	Cobb ¹	Abreu & Abreu ²
21 – 28	21 – 24	23 – 26	40 - 70	60 – 70
29 – 35	19 – 21	20 – 23	50 - 70	60 – 70
36 – 42	18 – 19	20	50 - 70	60 – 70

Fonte: ¹ Manual de Manejo Cobb (2013); ² Abreu & Abreu (2011).

Na avaliação do conforto térmico animal, além das avaliações das variáveis climáticas isoladas, também foram desenvolvidos vários índices que incluem estas e outras variáveis para estimar o conforto das aves. Dentre estes índices, o índice de temperatura e umidade (ITU) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), embora tenham sido inicialmente desenvolvidos para avaliar o conforto térmico em bovinos, têm sido também usados para estimar o conforto térmico para outras categorias de animais. Na tabela 2 abaixo, estão apresentados os valores destes índices usados para frangos de corte e considerados como ideais durante o ciclo de criação das aves.

Tabela 2. Valores do índice de temperatura e umidade (ITU) índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para frangos de corte

Índice	Valores	Situação
ITU*	< 74	Conforto térmico
	74 – 79	Alerta e perigo
	79 – 84	Emergência
ITGU**	65 – 77	Conforto térmico
	> 77	Desconforto térmico***

*NASCIMENTO *et al.* (2011); **Adaptação de MEDEIROS *et al.* (2005), SARMENTO *et al.* (2005), OLIVEIRA *et al.* (2006), JÁCOME *et al.* (2007), MENEGALI *et al.* (2009) NAZARENO *et al.* (2009); ***Desconforto para aves com mais de 15 dias de idade.

2.3. Importância do telhado nas instalações avícolas

O Brasil é um país com uma grande extensão territorial e uma grande variação climática. Assim, não existe um tipo de instalação avícola que seja ideal e que possa ser adotada em todas as regiões do país, pois cada condição climática impõe uma exigência própria de arranjos com vistas ao conforto térmico (TINÔCO, 2001).

As instalações avícolas brasileiras, em sua maioria, são caracterizadas como instalações abertas e sem ambiente controlado (DAMASCENO *et al.*, 2010).

O microclima interno das instalações é resultado das condições locais externas, do tipo de construção e material nela utilizado, bem como densidade de alojamento, manejo, material da cama e equipamentos de condicionamento ambiental (BAETA & SOUZA, 2010).

Com relação aos materiais de construção, um dos principais fatores que influenciam na carga térmica da radiação incidente nas instalações são os materiais utilizados na cobertura (SILVA & SEVEGNANI, 2001). De acordo com Rabelo (2008), a escolha do material de cobertura da instalação normalmente se dá pelo preço inicial do investimento, e não pelo referencial de ambiência que aquele material pode, futuramente, proporcionar às aves. Dessa maneira, durante muitos anos no Brasil, o principal tipo de material de cobertura utilizado nos aviários brasileiros foram as telhas de cimento amianto (CASTRO, 2012). Isto ocorreu em função das mesmas apresentarem baixo custo da instalação e facilidade de limpeza dos telhados e rapidez na construção. Estes tipos de telhas, atualmente estão sendo gradualmente substituídas pelas telhas de fibrocimento.

Quando a energia solar incide sobre a cobertura, ela é refletida, absorvida ou transmitida, em quantidades que dependem das propriedades físicas dos materiais que as compõem (MORAES *et al.*, 1999). Assim, a energia absorvida se transforma em energia térmica ou calor, sendo que parte desta energia pode ser transmitida à superfície oposta, através da condução (MORAES *et al.*, 1999). A energia solar absorvida ocasiona aumento da temperatura do telhado, em comparação com a temperatura do ar ambiente (FAGHIH & BAHADORI, 2010).

De acordo com Faghih & Bahadori (2010), o telhado das instalações tem sido o elemento mais relevante a ser considerado para se promover o conforto térmico dos animais em regiões de clima quente, razão por que em algumas regiões do mundo tem sido utilizado como elemento para reduzir o ganho de calor total da telha, provendo efeito refrescante para as instalações. A baixa temperatura superficial do telhado leva, também, à uma baixa condução de calor para o interior da instalação (AKBARI *et al.*, 2005).

Moraes *et al.* (1999) relataram que melhorias adicionais no ambiente térmico interno de instalações podem ser conseguidas com associação das coberturas tradicionais com materiais isolantes, reflexivos e, ou de grande inércia térmica, uso de forros variados sob a cobertura e pintura com pigmentos isolantes e, ou reflexivos sobre e, ou sob as telhas.

2.3.1. Influência da pintura do telhado

A cobertura é o componente da construção mais exposto à radiação térmica. Desta maneira existe a necessidade do uso de materiais que minimizem a transferência de calor através da cobertura para o ambiente interno, a fim de reduzir a temperatura interna das instalações, além de diminuir o consumo de energia para o resfriamento da instalação (MICHELS, 2007).

Para a redução de carga térmica e do fluxo de calor emitido pelo telhado, as barreiras radiantes são, frequentemente, utilizadas em coberturas (GÜTTHS *et al.*, 2006). Além das barreiras radiantes, a utilização de materiais de baixa emissividade ou alta refletância também são alternativas (VITTORINO *et al.*, 2003).

Conforme Castro *et al.* (2003), os elementos da edificação quando expostos à radiação solar podem ser classificados em opacos, transparentes ou translúcidos. Os materiais transparentes são aqueles que permitem a transmissão direta de boa parte da radiação solar, enquanto os materiais opacos são aqueles que somente refletem e absorvem essa radiação, e a capacidade de refletir a radiação está diretamente relacionada com a cor e com a textura do revestimento externo.

A eficiência na redução da temperatura do telhado promovida por sua pintura, associada ao uso de ventiladores sobre a cobertura foi observada em diversos trabalhos (SARMENTO *et al.*, 2005; FURTADO *et al.*, 2006; CASTRO, 2012). Do mesmo modo, o uso de pintura com tinta branca em telhados de amianto ou fibrocimento de aviários reduziu a temperatura interna da instalação mostrando-se semelhante às temperaturas encontradas quando são usadas telhas de barro nessas instalações (CONCEIÇÃO *et al.*, 2008; SAMPAIO *et al.*, 2011).

Para Sevegnani *et al.* (1994), o uso de pintura branca nas telhas de cimento-amianto aumenta, significativamente, a reflexão da radiação solar, e, com isto, acarreta uma redução na quantidade de calor de radiação gerado na cobertura. Se a quantidade de calor é

menor, menor será o fluxo térmico e melhores serão as condições de conforto térmico no interior das instalações.

No entanto, mesmo havendo muitos relatos na literatura mostrando o efeito positivo da pintura externa do telhado na cor branca sobre as melhorias no conforto térmico dos animais, vários autores não observaram diferenças no desempenho produtivo de frangos de corte (SAVASTANO JÚNIOR *et al.*, 1997; SARMENTO, *et al.*, 2005; FURTADO *et al.*, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento

O experimento foi conduzido na granja comercial Nossa Senhora Aparecida, localizada no município de Jequitibá – MG, a 19°13'42'' de latitude Sul e 44° 2' 17'' de longitude oeste na Mesorregião de Sete Lagoas – MG, no período de 19 de setembro a 10 de outubro de 2014. Segundo classificação de Koeppen, o clima da região é Cwa caracterizado como clima temperado quente, com chuvas de verão.

Para realização do trabalho foram utilizados dois galpões convencionais de criação de frangos de corte com dimensões idênticas, com 12 metros de largura por 140 metros de comprimento, muretas laterais de 20 cm e pé direito com 3,5 m, coberto com telhas de amianto, piso concretado, laterais protegidas com telas de arame galvanizado e cortinas de polietileno manuais na cor amarela, com forro também na cor amarela, orientados no sentido leste-oeste. O sistema de condicionamento artificial era composto por três linhas de ventiladores, com dez ventiladores em cada linha, e o sistema de aspersão também composto por três linhas de nebulizadores. Ambos estavam programados, automaticamente, conforme as recomendações preconizadas para a linhagem Cobb 500, segundo a idade das aves. Ambos os galpões foram alojados com frangos de corte da linhagem Cobb 500, na densidade de 11,5 aves/ m². O experimento teve início quando as aves completaram 21 dias de idade. Em um dos galpões foi aplicada a pintura com tinta látex acrílica branca fosca de alto rendimento em conformidade com as recomendações do fabricante.

O manejo e a alimentação das aves foram realizados de acordo com as recomendações da empresa integradora.

3.2. Delineamento

Para a análise das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico, considerou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas tendo-se nas parcelas os dois galpões (com e sem pintura no telhado) e nas subparcelas, cinco horários de avaliação (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h) por 22 dias, considerados como repetição. Os horários foram determinados de modo a caracterizar as oscilações climáticas durante o período diurno da criação das aves.

Para a análise da temperatura corporal, utilizou-se um delineamento inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas os dois galpões (com e sem pintura no telhado na cor branca), e, nas subparcelas, três diferentes pontos de coleta (início, meio e final do galpão) avaliados por quatro semanas, tidas como repetição.

3.3. Variáveis analisadas

3.3.1. Variáveis climáticas

Foram coletados, diariamente, dados de temperatura de bulbo seco (Tbs) (temperatura do ar), temperatura de bulbo úmido (Tbu), temperatura de ponto de orvalho (Tpo), temperatura de globo negro (Tgn), temperatura interna do telhado (Tit), temperatura do forro do telhado (Tf) e temperatura da cama (Tc), velocidade do ar (Vv) e umidade relativa (UR) no interior dos galpões em três pontos (início, meio e fim), nos horários 06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h. A Tbs, UR e Tpo foram coletadas por meio de dataloggers do modelo HT-500, da marca comercial Instrutherm[®]. A velocidade do vento foi coletada através do uso de um anemômetro digital de hélice e para a coleta da temperatura de globo negro foram instalados três termômetros de globo negro em cada galpão, compostos por esferas de cobre pintadas de tinta preta fosca e termômetros de mercúrio modelo 5110, da marca Instrutherm[®], dispostos no início, meio e final de cada galpão, na altura de 30 cm da cama. A Tit, Tf e Tc foram coletadas utilizando um termômetro de mira laser duplo, com precisão de $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Os valores das variáveis climáticas obtidas foram comparados com os dados mencionados na Tabela 1, considerados como ideais para produção de frangos de corte.

3.3.2. Índices de conforto térmico

A partir da coleta das variáveis climáticas foram calculados os índices de conforto térmico: ITU e ITGU. Calculou-se a CTR conforme descrições a seguir:

O índice de temperatura e umidade (ITU) relaciona a temperatura do ar com a umidade relativa e foi calculado de acordo com a equação proposta por THOM (1959), da seguinte forma:

$$ITU = Tbs + 0,36 * Tpo + 41,5;$$

sendo que a Tbs representa a temperatura de bulbo seco em °C; e a Tpo representa a temperatura do ponto de orvalho em °C.

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), que relaciona a temperatura do ar, umidade relativa, velocidade de vento e radiação solar foi calculado de acordo com a equação proposta por Buffington *et al.* (1981), da seguinte forma:

$$ITGU = Tgn + 0,36 * Tpo + 41,5;$$

sendo que a Tgn representa a temperatura de globo negro em °C.

A carga térmica radiante (CTR) foi calculada de acordo com a equação proposta por Esmay (1969), em que a temperatura média radiante (TRM) é a temperatura de uma circunvizinhança considerada uniformemente negra, de modo a eliminar o efeito de reflexão com o qual um corpo troca energia, sendo a TRM expressa por:

$$TRM = 100 [2,51x (v)^{0,5} x (Tgn - Tbs) + (Tgn/100)^4]^{1/4};$$

sendo Vv = velocidade do vento, m/s¹; Tgn = temperatura de globo negro, graus Kelvin; Tbs = temperatura de bulbo seco, graus Kelvin.

Os valores de CTR foram obtidos a partir da fórmula da TRM, como se segue:

$$CTR = \sigma(TRM);$$

sendo a TRM = temperatura média radiante e $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ K}^{-4} \cdot \text{W}/\text{m}^2$ (Constante de Stefan-Boltzmann).

Os valores obtidos nos índices avaliados também foram comparados com aqueles considerados ideais para criação de frangos de corte (Tabela 2).

3.3.3. Temperatura corporal

Foi realizado a avaliação da temperatura corporal através do monitoramento da temperatura superficial e a temperatura retal das aves. As coletas foram feitas em três diferentes pontos em cada galpão (início, meio e final), dos 21 aos 42 dias de criação das aves, uma vez por semana e utilizando-se as idades de 21, 28, 35 e 42 dias, no horário das 13:00 horas. A temperatura superficial foi realizada avaliando a temperatura no dorso das aves com um termômetro de infravermelho e a temperatura retal foi obtida introduzindo-se

um termômetro clínico digital com precisão de $0,1^{\circ}\text{C}$ na cloaca das aves até a estabilização da leitura.

3.3.4. Desempenho

Após a criação das aves, as mesmas foram entregues para a empresa integradora e retiradas da granja, e, posteriormente abatidas, conforme os procedimentos adotados pela empresa. Os dados do fechamento dos lotes, com os valores finais de peso vivo, ganho de peso médio diário, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade ($\text{VB}\% = 100 - \text{mortalidade}$) e índice de eficiência produtiva ($\text{ganho médio diário (Kg)} \times \text{viabilidade (\%)} / \text{conversão alimentar} \times 100$) obtidos foram comparados com os dados considerados ideais de produção para a idade correspondente, conforme o manual de manejo da linhagem Cobb 500.

3.3.5. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância através do programa SAS e as médias dos galpões foram comparadas pelo teste de Tukey, enquanto a interação e os efeitos dos horários de avaliação foram avaliados por meio de análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Variáveis climáticas

A partir do comportamento das variáveis climáticas (Tabela 3) observou-se que houve interação significativa entre galpão e horário ($P < 0,05$) apenas para a temperatura do ar, sendo o desdobramento desta interação apresentado na Figura 1.

O comportamento da temperatura do ar foi influenciado de forma conjunta pela pintura do telhado nos diferentes horários de avaliação, sendo que no galpão com o telhado pintado, nos horários de maior elevação da temperatura do ar (9:00 h; 12:00 h e 15:00 h), a temperatura foi relativamente menor ($26,95^{\circ}\text{C}$; $28,83^{\circ}\text{C}$ e $28,69^{\circ}\text{C}$) em relação ao galpão sem pintura no telhado ($27,55^{\circ}\text{C}$, $29,32^{\circ}\text{C}$ e $29,34^{\circ}\text{C}$). Conforme a equação da reta gerada pelo programa Sas, o galpão pintado atingiu o valor máximo de temperatura às 13:18 h e o galpão não pintado às 13:00.

Tabela 3. Valores médios de temperatura do ar, umidade relativa, temperatura do telhado, temperatura do forro e temperatura da cama em galpões comerciais de frangos de corte, com telhado pintado e não pintado, no período de 21 a 42 dias de idade das aves

Causas de variação	Temperatura do ar (°C)	Umidade Relativa (%)	Temperatura do Telhado (°C)	Temperatura do Forro (°C)	Temperatura da Cama (°C)
Galpão					
Pintado	26,69	48,78	27,75 a	27,34	27,80
Não Pintado	26,83	47,09	33,62 b	28,91	27,24
<i>P</i> valor	0,8163	0,1513		0,1564	0,1553
Horário					
06:00	22,39	64,41	30,23	27,60	27,38
09:00	27,25	45,59	29,87	27,70	27,39
12:00	29,08	41,12	31,52	28,56	27,75
15:00	29,02	40,58	30,47	28,29	27,81
18:00	26,05	47,99	31,32	28,51	27,27
<i>P</i> valor			0,5589	0,1603	0,2036
Interação Galpão x Horário *	0,0401	0,6882	0,9959	0,1603	0,5966
CV (%)	4,75	9,82	17,69	8,29	4,78

* Interação significativa desdobrada na Figura 1. Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV (%) = Coeficiente de variação.

Pode-se verificar que a temperatura do ar interna nos galpões, durante todo o período experimental de criação das aves esteve fora da zona de conforto térmico, nos horários das 09:00 h às 18:00 h, já que nestes horários a temperatura do ar oscilou de 26,95°C a 29,34°C. No entanto, Abreu & Abreu (2011) recomendaram que a oscilação ideal para este período de vida das aves fosse 20°C a 26°C, já para o manual da Cobb (2013) a oscilação deveria ser de 18°C a 24°C (Tabela 1).

Embora a pintura do telhado tenha proporcionado uma redução da temperatura do ar no interior do galpão nos horários das temperaturas mais elevadas do dia, esta redução não foi o suficiente para evitar o estresse calórico, fazendo com que as mesmas permanecessem em ambiente fora do intervalo estipulado como sendo de conforto para a linhagem Cobb.

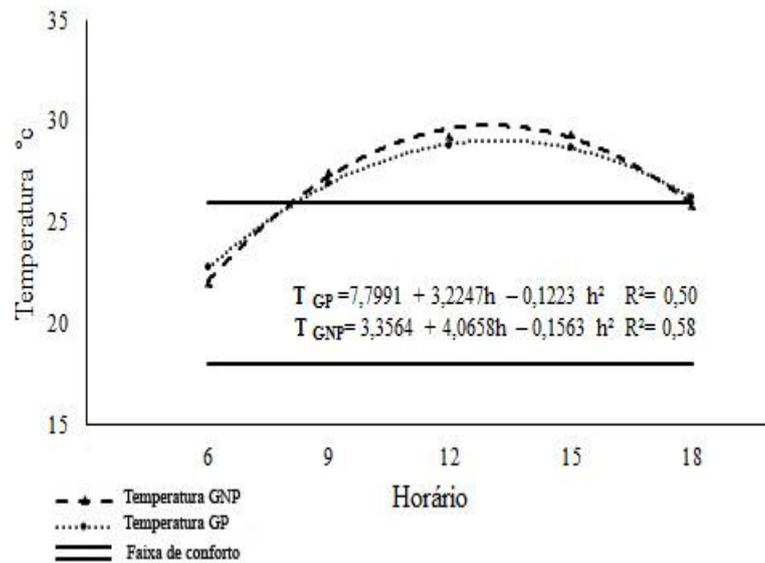


Figura 1 - Valores médios da temperatura do ar (°C), no período de 21 a 42 dias de idade das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h) no galpão pintado (GP) e no galpão não pintado (GNP).

De acordo com Furlan (2006) e Oliveira *et al.* (2006), as oscilações das variações ambientais tanto podem ter efeitos positivos como negativos sobre a produção dos frangos de corte, sendo que, as altas temperaturas causam redução no consumo de alimentos prejudicando o desempenho dos frangos. A redução do consumo de ração é considerada uma tentativa de reduzir a produção de calor corporal associado aos processos de digestão e metabolismo dos alimentos (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Cassuce (2011), trabalhando com três faixas de temperatura (conforto preconizado – 23°C, estresse moderado – 27°C e estresse acentuado – 31°C) observou comprometimento nos parâmetros de desempenho avaliados (consumo de ração e água, conversão alimentar, mortalidade, ganho de peso e rendimento de carcaça) das aves mantidas em temperatura de estresse por calor dos 22 aos 42 dias de idade.

No presente trabalho, percebe-se que, com relação à temperatura do ar, as aves permaneceram durante todo período experimental em condição de estresse moderado.

Os dados da umidade relativa (Tabela 3) no interior dos galpões foram influenciados ($P < 0,05$) apenas pelos diferentes horários do dia durante o período experimental. Percebe-se que a umidade relativa decresce das 06:00 h até as 15:00 h e depois volta a aumentar até as 18:00 h, coincidindo com o decréscimo da temperatura (Figura 2) e que o valor máximo alcançado conforme equação obtida pelo programa Sas às 13:33 h. O aumento dos valores da umidade relativa a partir das 15:00 h também foi observado por Moraes *et al.* (1999), Zanolla *et al.* (1999) e Furtado *et al.* (2006).

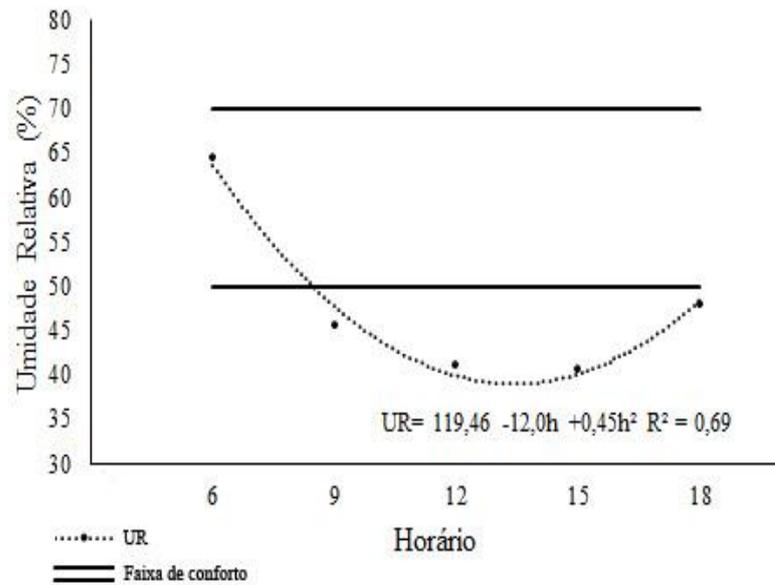


Figura 2 - Valores médios da umidade relativa do ar (%) no período de 21 a 42 dias de vida das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h).

Comparando os dados observados neste trabalho com os dados considerados ideais para aves no período de criação avaliado, segundo as recomendações de Abreu & Abreu (2011) e do Manual Cobb (2013), nota-se que para o Manual Cobb (2013), as aves estiveram em estresse moderado dos 28 aos 42 dias e para Abreu & Abreu (2011), durante todo o período experimental (nos horários das 09:00 às 15:00 h), já que a umidade relativa considerada ideal para frangos de corte seria de 50 a 70%.

Oliveira *et al.* (2006) relata que a umidade relativa deve ser avaliada em conjunto com a temperatura do ar, visto que a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, maior é a dificuldade encontrada pela ave para remover o calor corporal interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória.

A temperatura interna dos telhados foi influenciada ($P < 0,05$) pela pintura externa na cor branca. Percebe-se que a temperatura interna do telhado pintado na cor branca proporcionou uma variação de 17,45% em relação ao galpão com o telhado não pintado. Resultados semelhantes foram observados por Cézár (2012) e Sarmiento *et al.* (2005), com diferenças de 18% e 9°C ao avaliarem a pintura de telhado na cor branca e pintura de telhado aliada a um sistema de ventilação artificial, respectivamente. Segundo Akabari *et al.* (2005), quanto menor a temperatura da superfície do telhado, menor é a condução de calor para o interior da instalação. Embora esta redução da temperatura interna do telhado no galpão pintado tenha provavelmente refletido na redução da temperatura interna do galpão, essa

redução não foi suficiente para evitar que as aves permanecessem em estresse térmico moderado durante o período de criação.

A temperatura do forro dos galpões não foi afetada ($P \geq 0,05$) pela pintura externa dos telhados ou nos diferentes horários de observação (Tabela 3). O forro atua como uma segunda barreira física, a qual permite a formação de uma camada de ar móvel junto à cobertura, o que contribui na redução da transferência de calor para o interior da construção (TINÔCO, 2001).

As temperaturas do ar mais elevadas verificadas neste trabalho ocorreram nos horários das 09:00 às 15:00 h, sendo que nestes horários, provavelmente houve também, coincidência da atuação dos ventiladores e nebulizadores ligados, o que pode ter afetado estes dados, já que estes galpões possuíam sistema de ventilação positiva e nebulizadores regulados automaticamente quando a temperatura do ar e umidade relativa estivessem fora daquelas consideradas ideais para aves.

Tinôco (2001) apesar de relatar que a pintura reflexiva em telhados causa redução da temperatura no interior das instalações sem ventilação artificial, também relata que estas mesmas pinturas parecem não se justificarem economicamente para instalações abertas ou bem ventiladas.

Os valores observados para temperatura da cama não foram afetados ($P \geq 0,05$) com a pintura externa do telhado (Tabela 3).

Com o aumento da temperatura interna nos galpões de aves, espera-se que as aves apresentem uma maior ingestão de água e isso faz com que haja uma maior eliminação desta nas fezes, que se tornam mais líquidas. Isso faz com que haja um aumento do processo de fermentação da cama com maior liberação de gases (principalmente amônia), o que acarreta ainda mais elevação da temperatura no interior do galpão, gerando maior estresse térmico para as aves. No entanto, isso não foi verificado neste trabalho. Isso mostra que o estresse sofrido pelas aves não foi acentuado e sim moderado.

4.2. Índices de conforto térmico

O comportamento dos índices de conforto térmico, carga térmica radiante (CTR), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e índice de temperatura e umidade (ITU) estão demonstrados na Tabela 4 e nas Figuras 3, 4 e 5. Observa-se que houve interação significativa ($P < 0,05$) para a CTR e o ITU, desdobradas nas Figuras 3 e 5.

Tabela 4. Valores da carga térmica radiante (CTR) e dos índices de conforto térmico, índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e índice de temperatura e umidade (ITU) em galpões comerciais de frangos de corte, com telhado pintado

Causas de Variação	CTR (W/m ²)	ITGU	ITU
Galpão			
Pintado	478,25	74,25	73,46
Não Pintado	486,18	74,74	73,44
<i>P</i> valor	0,1841	0,5882	0,9748
Horário			
06:00	436,30	69,68	69,37
09:00	472,99	74,48	73,93
12:00	507,19	77,14	75,77
15:00	511,88	77,19	75,60
18:00	482,71	73,98	72,60
<i>P</i> valor		<0,001	
Interação Galpão x Horário*	0,0413	0,1869	0,0458
CV (%)	3,81	1,31	2,11

* Interação significativa desdobrada nas Figuras 3 e 5. CV (%) = Coeficiente de variação.

A partir da observação dos valores de CTR obtidos (Tabela 4 e Figura 3) é possível verificar que os valores da CTR em todos os horários de avaliação (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h), foram menores no galpão pintado em comparação ao galpão não pintado, não sendo possível detectar diferença entre os galpões. De modo geral, pode-se verificar que os valores da CTR aumentaram das 06:00 às 15:00 h e que após as 15:00 h reduziram, sendo que os maiores valores foram observados entre 12:00 e 15:00 h. Os valores máximos obtidos para a CTR para galpão conforme as equações da reta obtidas pelo Sas foram atingidos às 13:57 e às 14:48 h, respectivamente.

De fato a radiação solar sofre alterações principalmente em função da radiação solar direta, a qual atinge os valores mais elevados próximo de 15:00 h, quando o sol se posiciona de forma mais perpendicular ao plano do horizonte local, e, também, em função da radiação de ondas longas emitidas pela vizinhança (ABREU *et al.*, 2009; FIORELLI *et al.*, 2009; PASSINI *et al.*, 2013).

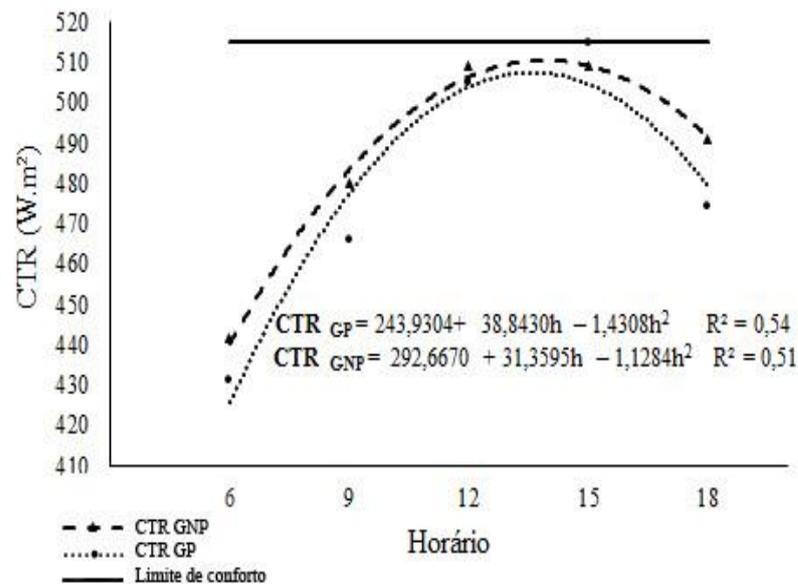


Figura 3 - Valores médios da carga térmica radiante (CTR- W/m²) no período de 21 a 42 dias de idade das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h) no galpão pintado (GP) e no galpão não pintado (GNP).

Os valores observados neste trabalho são semelhantes aos observados por Moraes *et al.* (1999) e Nããs *et al.* (2001), que verificaram valores de 487,6 W.m² e 475,19 W.m², respectivamente, averiguados para instalações avícolas com telhas de cimento amianto pintadas externamente na cor branca

Segundo Rosa (1984), valores de CTR de até 515 W.m² constituem valores de referência para instalações com telhado de fibrocimento. Este valor de referência é muito semelhante ao valor observado por Cassiano *et al.* (2009), que recomendaram valores até 515,4 W.m² para ambientes cobertos com telhas de cimento amianto.

Sarmento *et al.* (2005), também avaliando o efeito da pintura externa do telhado de instalações avícolas e diferentes horários do dia verificaram diferenças nos valores de CTR apenas entre as instalações, não sendo observadas diferenças em função dos horários.

Passini *et al.* (2013) ao avaliarem o efeito da pintura externa de telhados de amianto aliada ou não à sistemas de manejo de ventilação artificial observaram uma redução nos valores de CTR com a pintura do telhado. Sampaio *et al.* (2011) relataram, ao trabalharem com diferentes tipos de telha, que a CTR para telhas de fibrocimento pintadas de branco e cerâmicas tiveram desempenhos semelhantes, sendo superiores às médias para a redução da carga térmica de radiação.

Pelos dados observados neste trabalho, percebe-se que a pintura externa do telhado na cor branca contribuiu para a redução da CTR no interior do galpão.

Observa-se, na Tabela 4 e Figura 5 influência significativa ($P < 0,05$) para os valores ITGU apenas em relação aos diferentes horários de avaliação, sendo observado aumento nos valores de ITGU de 06:00 às 15:00 h e após as 15:00 h, os valores apresentaram declínio até as 18:00 h.

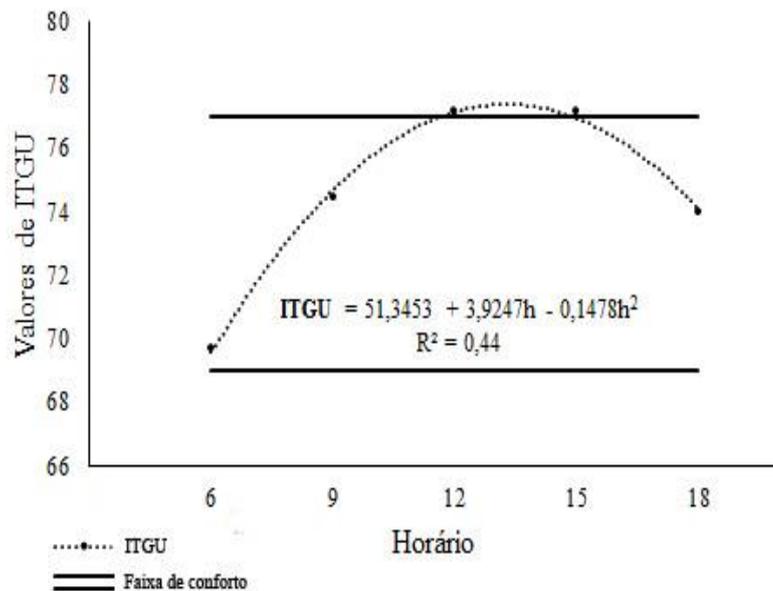


Figura 4 - Valores médios do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no período de 21 a 42 dias de idade das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h).

Os valor de ITGU máximo calculado pela equação obtida pela programa Sas atingiu o seu ponto máximo às 13:28 h, fato que coincide com os horários de maior temperatura do ar. Rosa (1984) considera que a elevação das temperaturas das vizinhanças do globo negro, e, principalmente, das temperaturas do solo aquecido e da superfície inferior da cobertura contribuem para a elevação dos valores de ITGU nos horários mais quentes do dia. Esse maior valor do ITGU pode ser explicado pelo calor desprendido pelas aves, resultante da ação dos mecanismos fisiológicos para a manutenção de sua homeotermia, o que afeta diretamente, a temperatura de globo negro, variável importante deste índice, corroborando os resultados encontrados por Zanolla *et al.* (1999), por Furtado *et al.* (2003) e por Menegali *et al.* (2009).

Os valores de ITGU observados neste trabalho variaram de 69,68 a 77,19 durante todo o período experimental. Vários autores consideram que, nesta fase de criação das aves, os valores de ITGU variando de 65 até 77 representam conforto térmico para aves (MEDEIROS, *et al.*, 2005 a; SARMENTO *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006 e JÁCOME *et al.*, 2007). Os valores de ITGU verificados neste trabalho mostram que as aves estiveram dentro da faixa de conforto térmico, sendo que os maiores valores observados entre as 12:00 e 15:00 h, se

aproximaram do que seria considerado conforto térmico, com valores de ITGU superiores a 77. O ITGU é considerado por diversos autores como sendo um índice mais completo, se comparado ao ITU, uma vez que incorpora em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, umidade relativa, radiação e velocidade do ar (BUFFINGTON *et al.*, 1981).

Os dados observados para o ITU (Tabela 4 e Figura 5) mostram que a pintura externa do telhado nos horários das 09:00 às 15:00 h promovem uma redução relativa nos valores.

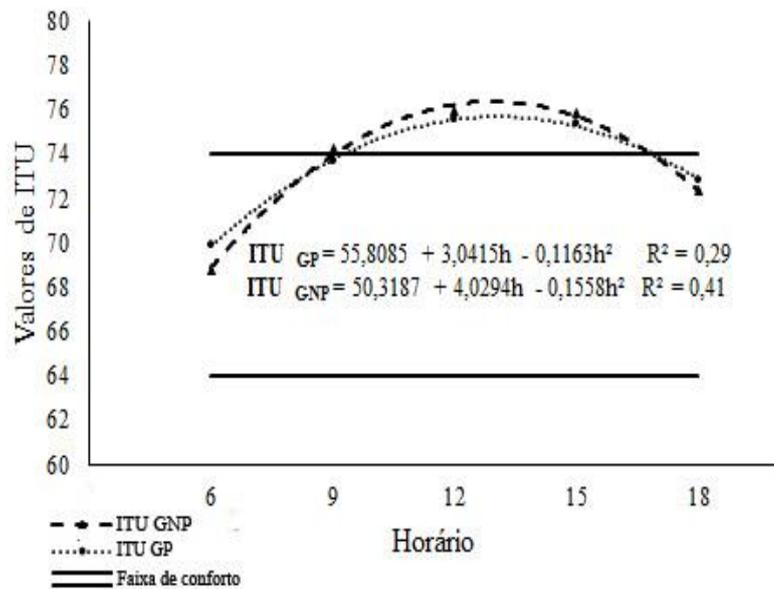


Figura 5 - Valores médios do índice de temperatura e umidade (ITU) no período de 21 a 42 dias de idade das aves, em função dos diferentes horários (06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 h) no galpão pintado (GP) e no galpão não pintado (GNP).

De modo geral, os valores de ITU aumentaram até às 12:00 h e posteriormente reduziram até as 18:00 h tendo os seus pontos máximos alcançados conforme as equações da reta às 13:08 e 13:55 h, respectivamente, variando de 69,37 a 75,77 durante todo o período de criação das aves.

De acordo com Nascimento *et al.* (2011), os valores de ITU podem ser classificados como conforto (entre 64 e 74), alerta e perigo (74 a 79) e emergência (79 a 84). Desta forma, percebe-se que, apenas nos horários entre 12:00 e 15:00 h, os valores ITU estiveram acima daqueles considerados de conforto para aves. Estes resultados evidentemente foram influenciados pelas altas temperaturas verificadas nos horários correspondentes, além também, do aumento do efeito da radiação nestes horários.

Savastano Júnior *et al.* (1997) analisando o desempenho térmico de coberturas de aviários comerciais, concluíram que a telha de cimento amianto, pintada de branco na sua face externa, apresentou melhores resultados quanto ao conforto térmico que a telha de cimento amianto sem pintura. Conceição *et al.* (2008) ao trabalharem com diferentes tipos de telha constataram melhor desempenho térmico da telha de cimento amianto pintada de branco em todos os horários de avaliação e entre os tipos de telha.

4.3. Temperatura corporal

A pintura do telhado não teve efeito significativo ($P \geq 0,05$) na temperatura retal e temperatura superficial das aves (Tabela 5). Os diferentes locais de avaliação influenciaram ($P < 0,05$) apenas a temperatura retal, sendo que as aves localizadas no início do galpão apresentaram valores de temperatura retal menores em relação às aves do fim do galpão.

Tabela 5. Valores da temperatura retal e superficial de frangos de corte alojados em galpões comerciais com e sem pintura externa do telhado, no período de 21 a 42 dias de idade

Causas de Variação	Temperatura Retal (°C)	Temperatura Superficial (°C)
Galpão		
Pintado	41,52	33,46
Não Pintado	41,45	33,44
Local do Galpão		
Início	41,33 b	33,75
Meio	41,52 ab	32,77
Fim	41,61 a	33,83
Interação Galpão x Local *	0,7508	0,9930
CV (%)	0,48	4,19

Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV (%) = Coeficiente de variação.

O fato das aves localizadas no fim do galpão apresentarem maiores valores de temperatura retal em comparação aos valores observados nas aves encontradas no início e meio pode ser explicado pela maior quantidade de gases, poeira e ar quente que se acumulam no fim do galpão devido ao sistema de ventilação. Desta forma, o ambiente do final do galpão é geralmente considerado mais estressante. De modo geral, embora tenha havido diferenças na temperatura retal das aves nos diferentes locais nos galpões, as temperaturas oscilaram de

41,33 a 41,61, sendo consideradas normais para frangos de corte segundo Macari et al. (1994) e Ferreira (2003), que relatam ser valores médios da temperatura retal para frangos de corte consideradas normais entre 41 e 42°C.

Pelas respostas fisiológicas das aves, percebe-se que, mesmo sendo constatado que nos horários entre 12:00 e 15:00 h tenha havido uma situação de estresse calórico moderado para as aves, isso não foi suficiente para afetar a temperatura corporal.

4.4 Desempenho

Os parâmetros de desempenho (Tabela 6) verificados ao final da criação das aves mostram que o peso das aves, o ganho de peso médio diário e o índice de eficiência produtiva, tanto no galpão com telhado pintado, quanto no galpão sem pintura no telhado foram relativamente menores quando comparados com os dados esperados (Manual Cobb, 2012).

Tabela 6. Valores médios de peso vivo (PV), ganho médio diário (GPM), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), viabilidade criatória (VB) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte alojados em um galpão com telhado pintado (GP) e em um galpão com telhado não pintado (GNP) em comparação ao manual de criação da linhagem Cobb 500

Parâmetros aos 42 dias	PV (g)	GPM (g)	CR (g)	CA (g/g)	VB (%)	IEP	Remuneração (R\$)
GP	2707	62,95	4253	1,65	95,09	362	14.323,74
GNP	2700	62,79	4404	1,71	95,50	351	12.933,73
Cobb*	2732	65,00	4659	1,71	96,00	364	

* Desempenho produtivo esperado de acordo com o manual da linhagem Cobb (2012).

No entanto, percebe-se que no galpão com telhado pintado, as aves apresentaram um menor consumo de ração e uma melhor conversão alimentar em relação às aves criadas no galpão sem pintura no telhado e mesmo comparado com os dados esperados. Além disso, o IEP também foi apenas 0,6% inferior ao ideal.

No sistema de produção de frangos de corte adotado no Brasil atualmente, estes dois itens (CA e IEP) são os que apresentam maior impacto na remuneração para o avicultor, sendo que, quanto maior o IEP e quanto menor a CA, melhores são os resultados.

Mesmo considerando que uma maior parcela deste resultado tenha sido em função da pintura externa do telhado, o que influenciou de forma positiva a CA das aves resultando

em maior retorno econômico, para uma melhor avaliação econômica e recomendação da pintura externa dos telhados de granjas comerciais na cor branca é preciso, ainda, avaliar a durabilidade da pintura externa considerando mais lotes de criação e realizando uma análise mais detalhada do custo total da pintura com o retorno ao longo do tempo de duração da mesma, para então de fato haver uma melhor elucidação dos ganhos ou perdas reais da pintura externa do telhado, em instalações para criação de frangos de corte.

5. CONCLUSÕES

No presente trabalho pode-se perceber que a pintura externa do telhado na cor branca promoveu reduções da temperatura do telhado em 17,45% e ainda proporcionou a redução da temperatura do ar no interior do galpão nos horários em que as temperaturas ambientais são mais elevadas (12:00 às 15:00 h), além de contribuir com a melhoria dos valores da carga térmica radiante e do índice de temperatura e umidade nos mesmos horários.

Embora a pintura externa não tenha causado melhoras nos parâmetros fisiológicos, promoveu uma melhora relativa sobre a conversão alimentar e no índice de eficiência produtiva das aves, resultando em um maior retorno econômico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual 2014. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/publicacoes>. Acesso em: 11/02/2015.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. Ventilação na avicultura de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 50p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63).

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; DALLA COSTA, O. A. D. Avaliação de Coberturas de Cabanas de Maternidade em Sistema Intensivo de Suínos Criados ao Ar Livre (Siscal), no Verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1728-1734, 2001.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; JAENISH, 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**, v.59, n.4, p.1.014-1.020, 2009.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.

AKBARI, H.; LEVINSON, R.; RAINER, L. Monitoring the energy-use effects of cool roofs on California commercial buildings. **Energy and Buildings**, v.37, p.1007-1016, 2005.

AMARAL, A.G.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R.R., TEIXEIRA, V.H.; SCHIASSI, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.649-658, 2011.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 269p.

BUFFINGTON, C.S.; COLLAZO-AROCHO, A.; PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

CASSIANO, J. A.; BARACHO, M. S.; NÄÄS, I. A.; TONON, G. Diferenças climáticas em galpão de frango de corte utilizando cama em reuso. **Anais... Zootec**, Águas de Lindoia- SP, 2009.

CASSUCE, D. C.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; ZOLNIER, S.; CECON, P. R.; VIEIRA, M. F. A. Thermal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.1, p.28-36, 2013.

CASSUSSE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico de frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. 2011. 103f. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte dos exigências do programa de pós - graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Doctor scientiae. Viçosa, MG.

CASTRO, A. C. **Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistema de cobertura em instalações avícolas**. 2012. 99f. Dissertação de Mestrado em Física do Ambiente Agrícola- Escola Superior de agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CÉZAR, R. L. **Pintura do telhado de galpões para frangos de corte: ambiência e parâmetros fisiológicos**. 2012. 72 f. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal apresentada a Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade federal de Goiás, Goiânia.

COBB- Vantress. 2013. Broiler Management Guide. Arkansas: Cobb-Vantress USA, 73p. 2013.

COBB. Broiler Management Guide. Arkansas: Cobb-Vantress USA, 91p. 2012

CONCEIÇÃO, M. N.; ALVES, S. P.; TELATIN JÚNIOR, A.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; TONOLI, G. Desempenho de telhas de escória de alto forno e fibras vegetais em protótipos de galpões. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.536-539, 2008.

DAMASCENO, F. A.; SCHIASSI, L.; JAIRO ALEXANDER OSÓRIO SARAZ, J. A. O.; GOMES, R. C. C.; F BAÊTA, F. C. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 4, n. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.

- DIONELLO, N. J. L.; MACARI, M.; FERRO, J. A.; RUTZ, F.; FERRO, M. I. T.; FURLAN, L. R. Respostas fisiológicas associadas à termotolerância em pintos de corte de duas linhagens por exposição a altas temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.79-85, 2002.
- ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. 2.ed. Westport CT: ABI Publishing. 1969. 325p.
- FAGHIH, 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.
- FIORELLI, J.; MORCELI, 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**, v.13, n.2, p.204–209, 2009.
- FONSECA, P. C. F. **Efeito do manejo de cobertura sobre índice de conforto térmico, variáveis fisiológicas e desempenho de bezerras leiteiras**. 55 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2010.
- FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: **Simpósio Brasil Sul de Avicultura**. Chapecó, p-104- 135.2006.
- 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**, v.7, n.3, p.559-564, 2003.
- FURTADO, D. A.; DANTAS, R.T.; NASCIMENTO, J. W. B.; SANTOS, J. T.; COSTA, F. G. P. Efeitos de diferentes sistemas de condicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.2. p.484-489, 2006.
- HURWITZ, S.; WIESELBERG, M.; EISNER, U.; BARTOV, I.; RIENSENFELD, I.; SHARAVIT, M.; NIV, A.; BORNEISTEN, S. The energy requirements and performance of growing chickens and turkeys, as affected by environmental temperature. **Poultry Science**, v.59, n.9, p.2290-2299, 1980.

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** v.11, n.5, p.527-531, 2007.

LYRA, D. S. F.M. **Aplicabilidade de índices de conforto térmico: um estudo de caso em salvador – BA**. 131f. 2007. Dissertação (Mestrado de Engenharia Ambiental Urbana) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, na área de concentração Engenharia Ambiental Urbana, Salvador, 2007.

MACARI, M.; FURLAN, L. F.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. São Paulo: FUNEP/ UNESP, 1994. 296p.

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

MARCHINI, C. F. P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M. R. B. M. et al. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p.41-46, 2007.

MEDEIROS, C. M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**: Viçosa: UFV, 2001. 125p. Tese Doutorado.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; LUIZ F. T.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.660-665, 2005 a.

MEDEIROS, M. M.; BAETA, 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**, v.13, n.4, p.277-286, 2005 b.

MENEGALI, I.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; GUIMARÃES, M. C. C.; CORDEIRO, M.B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.984–990, 2009.

MICHELS, C. **Análise da Transferência de Calor em Coberturas com Barreiras Radiantes**. 119 f. 2007. Dissertação – (Mestrado em Engenharia em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

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**, v.3, n.1, p.89-92, 1999.

MOURA, D. J. Ambiência na Produção de Aves de Corte. In: SBEA. Ambiência na Produção de Aves em Clima Tropical. 1 ed. Piracicaba-SP, ESALQ/USP, v. 2, p. 75- 149, 2001.

NÃÃS, I. A.; SEVEGNANI, K. B.; MARCHETO, F. G.; ESPELHO, J. C. C.; MENEGASSI, V.; SILVA, I. J. O. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betumem, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. **Engenharia Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 121-126, 2001.

NASCIMENTO, S. T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais**. 2010. 149 f. Dissertação - (Mestrado em Ciências) Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Piracicaba, 2010.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÃÃS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A.; Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n 2, p. 219- 229, 2011.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L.P.; GIONGO, P. R.; ELVIRA M. R. PEDROSA, E. M.R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.802–808, 2009.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L.T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G.U.; 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.

PASSINI, R.; ARAUJO, M. A. G.; YASUDA, V. M.; ALMEIDA, E. A. Intervenção ambiental na cobertura e ventilação artificial sobre índices de conforto para aves de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 3, 333-338, 2013.

PEREIRA, C. L. **Avaliação do conforto térmico e do desempenho de frangos de confinados em galpão avícola com diferentes tipos coberturas**. 103 f. 2007. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

ROCHA, H. P.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W.B.; SILVA, J. H. V. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.12, p.1330–1336, 2010.

ROSA, Y. B. C. J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para Viçosa - MG.** 77 f. 1984. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

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

SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T. D.; 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. **Revista Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.152-159, 2005.

SAVASTANO JUNIOR, H; SILVA, I. J. O. LUZ, P. H. C.; FARIA, D. E. Desempenho de Alguns Sistemas de Cobertura Para Aviários. **Engenharia Rural**, v. 8, n. 1, p. 1-11, 1997.

SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agrícola**, v.51, n.1, p.1-7, 1994.

SIMPSON, J. R; McPHERSON, E. G. The effects of roof albedo modification on cooling loads of scale model residences in Tucson, Arizona. **Energy and Buildings**, v. 25, p. 127-137, 1997.

SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p.06- 10, 2012.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 12, n.1, p. 17-23, 2001.

THOM, E.C. The discomfort index. *Weatherwise*, Omaha, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

VITTORINO, F. SATO, N.M.N. AKUTSU, M. Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados em coberturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2003, Curitiba. **Anais...** Paraná. ENCAC, p. 1277-1284.

WELKER, J. S.; ROSA, A. P.; MOURA, D. J.; MACHADO, L. P.; CATELAN, F. UTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v, 37, n.8, p.1463-1467, 2008.

ZANOLLA, N.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; MORAES, S. R. P. Sistemas de ventilação em túnel e lateral na criação de frangos de corte em alta densidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 361-366, 1999.