

JOÃO BATISTA MATOS JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURA
PARA CONSTRUÇÃO DO TELHADO DE AVIÁRIOS MÓVEIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientadora: Prof.^a Luciana Castro Geraseev

**Montes Claros
2012**

Matos Júnior, João Batista.

M425a **Avaliação de diferentes materiais de cobertura para construção do**
2012 **telhado de aviários móveis / João Batista Matos Júnior. Montes**
 Claros, MG: ICA/UFMG, 2012.

70 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

Orientadora: Prof^a. Luciana Castro Geraseev .

Banca examinadora: Mônica Patrícia Maciel, Fernando Colen, Daniel Emygdio de Faria Filho, Luciana Castro Geraseev.

Inclui bibliografia: f. 58-68.

1. Avicultura – Instalações. 2. Aviário Móvel – Frangos de Corte. I. Geraseev, Luciana Castro. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 636.5

JOÃO BATISTA MATOS JUNIOR

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURA PARA
CONSTRUÇÃO DO TELHADO DE AVIÁRIOS MÓVEIS**

Aprovada em 06 de fevereiro de 2012.

Prof.^a Mônica Patrícia Maciel
(UNIMONTES)

Prof. Fernando Colen
(ICA/UFMG)

Prof. Daniel Emygdio de Faria Filho
Coorientador (ICA/UFMG)

Prof.^a Luciana Castro Geraseev
Orientadora (ICA/UFMG)

Montes Claros
2012

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção, coragem, capacidade, dando permissão de chegar até aqui.

À minha família e irmãos pelo auxílio e incentivo, mas acima de tudo pela confiança e carinho.

À minha namorada pelo apoio, respeito, paciência e principalmente pela motivação, carinho e confiança.

Ao meu amigo e orientador Prof. Daniel Emygdio de Faria Filho pela confiança, amizade, paciência na execução deste trabalho, e ainda, pelo respeito, ética, pelo exemplo de profissionalismo e dedicação que marcaram o nosso convívio desde a época da graduação.

Ao Prof. Fernando Colen pelos conselhos e esclarecimentos nos momentos de dúvida.

Aos integrantes do grupo de estudo GRAVE pelo auxílio na condução dos experimentos e pelos bons momentos de convivência e trabalho.

Aos colegas de mestrado em especial Diego, Hermann.

Aos professores e funcionários do ICA/UFMG.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desse sonho, obrigado.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1 – REFERÊNCIAL TEÓRICO

- FIGURA 1–** Aviário móvel ----- 14
FIGURA 2– Aviário móvel planta baixa----- 15

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO DE DIFERENTES COBERTURAS DE TELHADOS DE AVIÁRIOS MÓVEIS

- FIGURA 1–** Aviário móvel com telhado de papelão revestido com lona plástica. Montes Claros, 2012----- 33
FIGURA 2– Aviário móvel com telhado de papelão revestido com lâmina Tetra Pak®. Montes Claros, 2012----- 34
FIGURA 3– Aviário móvel com telhado de lâmina Tetra Pak®. Montes Claros, 2012----- 34

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO DE DIFERENTES COBERTURAS DE TELHADOS DE AVIÁRIOS MÓVEIS

- 1– Valores médios do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), Temperatura do bulbo seco (TBS; °C), Carga térmica de radiação (CTR, $W m^{-2}$) e Umidade Relativa (UR, %) de aviários móveis com diferentes tipos de cobertura. Montes Claros, 2012----- 38
- 2– Valores médios de Temperatura superficial externa (°C), Temperatura superficial interna (°C) e Diferença das Temperaturas superficiais externa e interna das coberturas ($TS_{ext} - int$ °C) de aviários móveis com diferentes tipos de cobertura. Montes Claros, 2012----- 42

CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL E CLOACAL DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM AVIÁRIOS MÓVEIS COM DIFERENTES COBERTURAS PARA TELHADO

- 1– Composição nutricional da ração comercial fornecida às aves-- 51
- 2– Valores médios da temperatura da asa (°C), cabeça (°C), canela (°C), dorso (°C), temperatura cloacal (°C), temperatura superficial média (TSM, °C) de aves alojadas em aviários móveis com diferentes tipos de cobertura, índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), temperatura do bulbo seco (TBS; °C), carga térmica de radiação (CTR, $W m^{-2}$) e umidade Relativa (UR, %) de aviários móveis com diferentes tipos de cobertura. Montes Claros, 2012----- 53

SUMÁRIO

	RESUMO GERAL -----	8
	CAPÍTULO 1 – REFERÊNCIAL TEÓRICO -----	9
1	INTRODUÇÃO -----	9
2	OBJETIVOS -----	11
2.1	Objetivo geral-----	11
2.2	Objetivos específicos-----	11
3	REVISÃO DE LITERATURA -----	12
3.1	Agroecologia e avicultura agroecológica-----	12
3.2	Aviário móvel-----	14
3.3	Ambiência e bem-estar-----	17
3.4	Influências das instalações no conforto térmico animal-----	20
3.5	Mecanismos de transferências de energia térmica-----	22
3.5.1	Radiação-----	22
3.5.2	Condução-----	23
3.5.3	Convecção-----	23
3.5.4	Evaporação-----	23
3.6	Índices de conforto térmico-----	24
3.6.1	Temperatura ambiente – bulbo seco-----	24
3.6.2	Umidade relativa (UR)-----	25
3.6.3	Índice de temperatura e umidade (ITU)-----	25
3.6.4	Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)----	26
3.6.5	Carga térmica de radiação (CTR)-----	27
3.7	Temperatura cloacal e temperatura superficial-----	27
	CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO DE DIFERENTES COBERTURAS DE TELHADOS DE AVIÁRIOS MÓVEIS -----	29
	RESUMO -----	29
	ABSTRACT -----	30
1	INTRODUÇÃO -----	31
2	MATERIAL E MÉTODOS -----	32
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	37

3.1	Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)----	37
3.2	Temperatura de bulbo seco (TBS)-----	39
3.3	Carga térmica de radiação (CTR)-----	40
3.4	Umidade relativa (UR)-----	41
3.5	Temperatura superficial externa ($TS_{ext.}$)-----	41
3.6	Temperatura superficial interna ($TS_{int.}$)-----	43
3.7	Diferença das Temperaturas superficiais externa e interna das coberturas ($TS_{ext-int}$)-----	44
4	CONCLUSÃO -----	44
	CAPÍTULO 3 – EFEITO DE TIPOS DE COBERTURA DE AVIÁRIOS MÓVEIS SOBRE O AMBIENTE TÉRMICO E A HOMEOSTASE TÉRMICA DE FRANGOS LABEL ROUGE -----	46
	RESUMO -----	46
	ABSTRACT -----	47
1	INTRODUÇÃO -----	48
2	MATERIAL E MÉTODOS -----	49
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	52
4	CONCLUSÃO -----	58
	REFERÊNCIAS -----	59
	ANEXO A -----	70

RESUMO GERAL

Esta pesquisa teve por objetivo: 1) testar diferentes materiais de cobertura para o telhado de aviários móveis sobre índices de conforto térmico para aves; e 2) avaliar a temperatura superficial e cloacal de frangos de corte criados em aviários móveis, com diferentes coberturas para o telhado. Para testar os diferentes materiais de cobertura para o telhado de aviários móveis foram construídos três aviários móveis cada um com 2,0 m de comprimento x 1,0 m de largura x 1,2 m de altura. Os tratamentos experimentais foram: 1) papelão revestido com lona plástica de dupla face (branca e negra); 2) papelão revestido com embalagem Tetra Pak®; e 3) cobertura do telhado com lâmina formada por embalagem Tetra Pak®. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com 15 repetições geradas no tempo, sendo os blocos constituídos pelos dias de amostragem. Foram coletados durante 15 dias consecutivos, a cada 2 horas, das 10 às 18 horas dentro dos aviários, o índice de temperatura de globo negro e umidade, a temperatura de bulbo seco, a carga térmica radiação, a umidade relativa, a temperatura superficial externa e interna do telhado e a diferença entre a temperatura superficial externa e interna. Conclui-se que o telhado de papelão revestido com lona plástica foi o que proporcionou melhores condições de conforto térmico para as aves. Para avaliar a temperatura superficial e cloacal de frangos de corte criados em aviários móveis, com diferentes coberturas para o telhado foram construídos dois aviários móveis com as mesmas dimensões do experimento 1 e com os mesmos tratamentos experimentais 1 e 2. Em cada aviário móvel, foram alojados 20 frangos de corte, fêmeas, da linhagem comercial Label Rouge, de 42 dias de idade, distribuídos em um delineamento semelhante ao experimento 1. Foram coletados durante 15 dias consecutivos, às 12 horas a temperatura superficial e cloacal das aves, o índice de temperatura de globo negro e umidade, a temperatura de bulbo seco, a carga térmica radiação, a umidade relativa. Conclui-se que a cobertura com papelão revestido com lona plástica proporciona melhor ambiente térmico para as aves, no entanto os tratamentos experimentais não alteram a homeostase térmica das aves.

CAPITULO 1 – REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

A avicultura desenvolvida em sistema com base agroecológica é um tema bastante atual e que se articula com questões do momento, como a preocupação com a segurança alimentar, entendida como a satisfação das necessidades de alimentação da população em seus aspectos qualitativos e quantitativos (GUELBER SALES, 2005).

Verifica-se que as tecnologias alternativas de produção obtêm, cada vez mais, importância na medida em que as exigências de conservação do meio ambiente são aliadas ao processo produtivo. A conservação ambiental, além de trazer benefício social, é um fator que agrega valor ao produto.

Uma dessas alternativas de produção agroecológicas são os aviários móveis, que consistem em cercados móveis protegidos por tela, sem fundo, permitindo o acesso permanente das aves à superfície do solo. Esses são constituídos de poleiros, de comedouros, de bebedouros, de telhado, de ninho, no caso de poedeiras. Os aviários móveis são deslocados de lugar à medida que a vegetação é consumida (GUELBER SALES, 2005). Nesse sistema, as aves desempenham papel multifuncional de revolver e fertilizar o solo, manejar plantas espontâneas, fazer o controle biológico de pragas, dentre outros (FARIA FILHO *et al.*, 2011). A criação de aves nesse sistema tem despertado grande interesse de pequenos produtores rurais, que enxergam a possibilidade de boa rentabilidade, associada à produção sustentável de aves. Veloso (2010) admite que a adubação de canteiros com aviários móveis proporciona maior produção de alface em relação aos canteiros adubados por meio do sistema convencional de produção.

O sucesso de um empreendimento para a produção animal está relacionado ao ambiente a que estarão submetidos os indivíduos alojados (PEIXOTO, 2004). O ambiente térmico, geralmente, engloba os efeitos da temperatura ambiente, da radiação solar, da umidade relativa do ar e da velocidade do ar, sendo que a combinação da umidade relativa do ar e da

temperatura ambiente é o principal condicionante para o conforto térmico e o funcionamento geral dos processos fisiológicos dos animais (OLIVEIRA *et al.*, 1995; FALCO, 1997; BAÊTA; SOUZA, 1997). Percebe-se que esse fato é verdadeiro, especialmente na área da avicultura, em que a dificuldade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações, que quando não promovem o equilíbrio térmico desejável, fazem com que as amplitudes críticas externas sejam imediatamente transferidas para o interior dos galpões, provocando altos índices de mortalidade (NÃÃS *et al.*, 1995) e piora nos índices de produtividade.

Para a criação de animais nas condições brasileiras de temperatura e umidade, a cobertura ideal das instalações deve ter considerável capacidade de isolamento térmico, possuir uma boa capacidade de retardo térmico, ser resistente às intempéries, de fácil manuseio e montagem, resistente mecanicamente, bom aspecto estético, de baixo custo, impermeável, leve e apresentar grande capacidade para refletir a radiação solar (BAÊTA; SOUZA, 1997; MORAES, 1999). Verifica-se que, nessas condições, o sombreamento proveniente de coberturas reduz entre 20% e 40% da radiação no interior de instalações para animais (SANTOS *et al.*, 1993; TURCO *et al.*, 1994; ABREU *et al.*, 1995; BAÊTA; SOUZA, 1997). De acordo com Guelber Sales (2005), aperfeiçoamentos no aviário móvel são necessários para o melhor funcionamento do sistema.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com esta pesquisa, avaliar o efeito de diferentes materiais para a cobertura de aviários móveis sobre o ambiente térmico para aves.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- 1) Avaliar o efeito de telhados de aviários móveis construídos com Tetra Pak® + papelão, Tetra Pak® e lona plástica + papelão sobre a temperatura ambiente, umidade relativa do ar, índice de temperatura de globo negro e umidade, carga térmica radiação, temperatura superficial externa do telhado, temperatura superficial interna do telhado e a diferença entre a temperatura superficial externa e interna do telhado.
- 2) Avaliar o efeito de telhados de aviários móveis construídos com Tetra Pak® + papelão e lona plástica + papelão sobre a temperatura da asa, da cabeça, da canela, do dorso, cloacal, superficial média de aves, índice de temperatura de globo negro e umidade, temperatura do bulbo seco, carga térmica de radiação e umidade relativa.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 AGROECOLOGIA E AVICULTURA AGROECOLÓGICA

A agroecologia tem sua origem na fusão de duas ciências, a Ecologia e a Agronomia. Surgiu no início da 1ª Guerra Mundial, quando apareceram, na Europa, as primeiras preocupações com a qualidade dos alimentos consumidos pela população. Essas duas ciências, ao longo do tempo, estiveram afastadas, mas, nos anos 60 e 70, aumentou o interesse em uni-las. Um marco internacional na história da Agroecologia ocorreu em 1974, no primeiro Congresso Internacional de Ecologia, de onde derivou um relatório intitulado “Análise de Agroecossistemas” (GLIESSMAN, 2001).

Para esse autor, a agroecologia proporciona conhecimento e metodologia fundamentais para o desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente consistente, altamente produtiva e economicamente viável, valorizando os conhecimentos tradicionais e suas aplicações ao objetivo comum da sustentabilidade. Caporal e Costabeber (2000) definem a agroecologia como um campo de preparação de estratégias de desenvolvimento rural, obtendo-se como referência o ideal da sustentabilidade, numa perspectiva multidimensional de longo prazo, para a construção de uma agricultura de base ecológica.

Os primeiros movimentos de agricultura agroecológica surgiram, respectivamente, na Inglaterra, com a agricultura orgânica e na Áustria, com a agricultura biodinâmica (PAULUS *et al.*, 2000). Já no Brasil, a agroecologia ganhou força após a Conferência para o Desenvolvimento e o Meio Ambiente (ECO-92), chegando à conclusão de que os padrões de produção teriam que ser modificados.

Agroecologia proporciona as bases científicas para o desenvolvimento de uma avicultura de base ecológica, sendo capaz de integrar à dimensão econômica das criações comerciais perspectivas ambientais, sociais, culturais e políticas (GUELBER SALES, 2006).

A aplicação dos princípios e conceitos ecológicos ao desenho e à gestão de sistemas de criação permitirá a transição de uma avicultura de

baixa sustentabilidade para sistemas sustentáveis, conforme o nível de complexidade em que se encontrem (GLIESSMAN, 2001).

Segundo Guelber Sales (2005), a avicultura em sistemas agroecológicos é uma atividade pouco explorada, devido à sua complexidade, pois envolve domínios da ciência agrônoma, veterinária e zootécnica, agora vistos sob uma nova ótica, em muitos aspectos antagônicos ao padrão da avicultura moderna. A avicultura em sistemas agroecológicos leva em conta aspectos do bem-estar das aves, da proteção dos recursos naturais e das necessidades dos agricultores e consumidores. Nesses sistemas, as aves vivem soltas e recebem um manejo que prioriza a quantidade da alimentação fornecida e o provimento de condições para o seu bem-estar.

A criação de frangos de corte tipo colonial, no Brasil, foi regulamentada pelo Ofício Circular Nº 007/99, da Divisão de Operações Industriais, do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1999). Esse ofício aprova o emprego de alimentação constituída por produtos exclusivamente de origem vegetal, sendo totalmente proibido o uso de promotores químicos de crescimento (NAZARENO, 2008). De acordo com esse autor, a criação pode ser intensiva até os 28 dias de idade e extensiva (com acesso a piquete), após esse período. A área disponível deve ser, no mínimo, três metros quadrados de piquete por ave e a idade mínima de abate é de 85 dias, sendo aves de linhagens específicas para esse fim (TAKAHASHI *et al.*, 2006).

O sistema semi-intensivo de produção de frango tipo caipira tem um conceito diferenciado da produção industrial na busca por uma produção menos agressiva ao meio ambiente e as aves (SANTOS, 2009). Esse sistema permite que as aves tenham livre acesso a áreas de pastejo, resultando em diferenças particulares na qualidade da carne, quando comparada com a das aves criadas confinadas (NAZARENO, 2008).

Silva e Nakano (1998) afirmam que o sistema de criação semi-intensivo de frangos tipo caipira pode resultar em alterações particulares na qualidade da carne das aves, quando comparada com animais confinados, principalmente devido à ingestão de verduras, de forragem, de larvas, de

minhocas, de insetos, entre outros, que são abundantes no sistema semi-intensivo de criação.

Sistemas alternativos destinados à criação de frangos de corte e galinhas poedeiras encontram-se à disposição dos produtores rurais como forma de diversificação, a qual permite ao produtor a implantação de uma atividade de retorno garantido, custos relativamente baixos, à medida que a busca por produtos saudáveis livres de agroquímicos vem crescendo entre os consumidores (GESSULLI, 1999).

3.2 AVIÁRIO MÓVEL

O sistema inglês denominado pastoreio intensivo em piquetes (*Intensive Grazing in Paddocks*) é considerado o precursor do trator de galinhas (aviário móvel) e faz referência ao trabalho realizado pelas galinhas no solo, que é semelhante ao de um trator. Os aviários móveis (FIG. 1 e 2) consistem em cercados móveis, sem fundo, permitindo o acesso permanente das aves ao pasto, são constituídos de telhado, de poleiros, de comedouro, de bebedouros e ninho, no caso de poedeiras (GUELBER SALES, 2005).

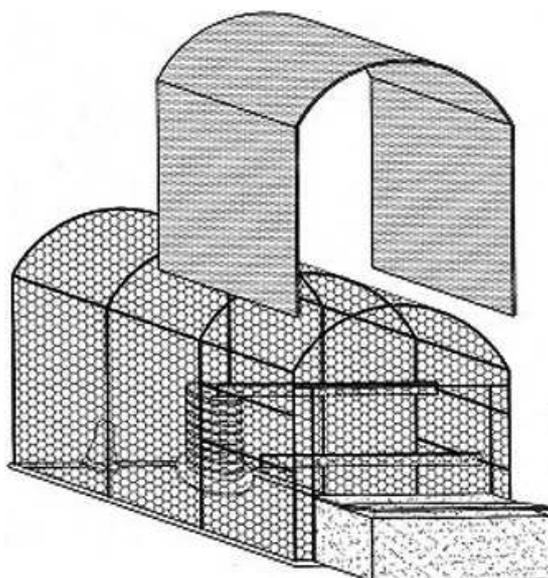


FIGURA 1- Aviário móvel

Fonte: Veloso (2010).

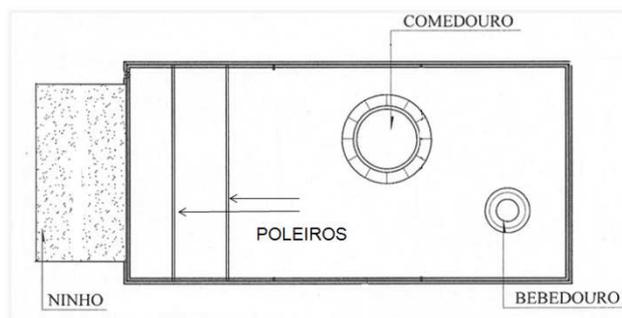


FIGURA 2- Aviário móvel planta baixa

Fonte: Adaptado de Veloso (2010).

Os aviários móveis podem ser utilizados em canteiros de horta, em gramados, em pastagens, em pomares, dentre outros. Devem ser deslocados periodicamente na área onde estão implantados permitindo que as aves explorem diferentes locais. As aves criadas nesse sistema têm mais espaço para movimentação e podem exercer seus comportamentos naturais como ciscar, empoleirar, tomar banho de terra e executar movimentos de conforto, tais como bater e esticar as asas, sendo esse, portanto, um ambiente que lhes proporciona conforto e bem estar (FARIA FILHO *et al.*, 2011).

Em conformidade com Lee e Foreman (1999) quando colocadas no lugar certo, as galinhas podem fazer muito mais pelo solo, e ainda melhor e mais barato que qualquer trator porque são capazes de transformar grãos, sementes e insetos em esterco, o qual pode ser usado para fertilizar o solo para crescimento de culturas agrícolas, pois as aves eliminam cerca de 75% do nitrogênio, 80% do fósforo e 85% do potássio que foram ingeridos na alimentação.

Nesse sistema, o trabalho com aves é feito utilizando os conceitos de multifuncionalidade e de localização relativa da permacultura (MOLLISSON; SALAY, 1998), isto é, as galinhas desempenhando funções de fertilizar o solo, fazem o controle biológico de pragas e plantas daninhas, além daquelas que lhe são próprias. Veloso (2010) verificou que a adubação de canteiros com aviários móveis proporciona maior produção de alface e maior teor de nitrogênio na planta em relação aos canteiros adubados por meio do sistema

convencional de produção. Segundo Gomes *et al.* (2007), a integração de aves com lavouras por meio de aviários móveis contribui para a adubação das lavouras, e redução da mão-de-obra empregada na capina cerca de 45 dias/homem/ano.

Veloso (2010) conduziu um experimento para avaliar o efeito da criação de aves em aviários móveis sobre o desempenho e a qualidade interna e externa dos ovos de poedeiras comerciais, em comparação a um sistema de criação convencional. Com relação ao desempenho, as aves criadas em aviários móveis apresentaram maior produção e massa de ovos, no entanto o consumo de ração foi maior, proporcionando uma pior conversão alimentar. De acordo com esse autor, esse maior consumo de ração pode ter ocorrido em função da maior demanda energética das aves para exercer seus comportamentos naturais e também devido à presença do galo, que, normalmente, consome o dobro da quantidade de ração que uma galinha. Em relação à qualidade interna e externa dos ovos, não ocorreu diferença entre os sistemas de criação. O autor ressalta que, mesmo com pior conversão alimentar, os ovos produzidos pelas aves criadas em aviários móveis apresentam maior valor agregado e, por isso, o sistema proporciona melhor custo de produção.

Fernandes *et al.* (2011) realizou um experimento para testar a eficiência de coberturas de bebedouros de aviários móveis, sobre a temperatura da água e o consumo de água por poedeiras comerciais, sendo utilizados bebedouro com cobertura de embalagens Tetra Pak®, cobertura de papelão revestido com embalagens Tetra Pak® e bebedouro sem cobertura. Os bebedouros com cobertura Tetra Pak® ou papelão revestido com Tetra Pak® proporcionaram menor temperatura e maior consumo de água.

Melo *et al.* (2011), ao analisar modelos matemáticos para prever o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte da linhagem Label Rouge criados em aviários móveis, observou que, no período de 21 a 105 dias de idade, o aumento da idade favoreceu, linearmente, o peso corporal, o ganho de peso corporal e o consumo de ração dos frangos de corte e, no período de 70 a 105 dias de idade, o aumento da idade das aves favoreceu linearmente os rendimentos de peito e de dorso, no mesmo

período, os rendimentos de moela, asas, coração e pés foram prejudicados, em função da idade.

3.3 AMBIÊNCIA E BEM-ESTAR

A ambiência e bem-estar animal é um assunto novo na avicultura, em relação a outros seguimentos, como a sanidade, genética e nutrição. Segundo Becker (2002), a definição de bem-estar engloba um estado de perfeita satisfação física e moral. Assim, o bem-estar animal é definido como um completo estado de saúde física e mental, onde o animal encontra-se em harmonia com seu ambiente com alta qualidade de vida (MOLENTO, 2008).

De acordo com Hötzel e Machado Filho (2004), o sofrimento normalmente está relacionado ao bem-estar, mas a falta de bem-estar não é, essencialmente, sinônimo de sofrimento. Percebe-se que, nesses casos, o nível de estresse tem sido utilizado como estimativa do bem-estar animal ou mecanismo de medida. Hötzel e Machado Filho (2000) afirmam que o estresse é uma decorrência, não uma causa e o definem como uma reação do organismo a uma ação do ambiente, na tentativa de manter a homeostasia. O estresse pode ser uma reação genuinamente adaptativa a uma reação que provoca algum tipo de dano ao organismo, um agente do meio externo ou então que gera sofrimento psicológico e/ou físico ao animal, podendo alterar de intensidade e duração, gerando interações entre respostas fisiológicas e comportamentais sem necessariamente vir acompanhado de manifestações comportamentais (HÖTZEL; MACHADO FILHO, 2000).

No entanto, em algumas circunstâncias, níveis de estresse suportáveis poderiam ser considerados bons, pois teriam valor adaptativo, permitindo ao animal recompor-se da situação de assombro e adequar-se à nova situação. Porém, em condições monótonas ou desagradáveis, o animal pode desenvolver o estresse crônico, ou seja, o animal aprende que sua reação a determinada ação não decorre de adaptação, assim deixa de reagir, o que gera consequências prejudiciais e ocorrência de comportamentos anômalos (MACHADO FILHO; HÖTZEL, 2000).

Molento (2008) comenta que, embora os debates sobre bem-estar já acontecessem há vários anos, o número de publicações e artigos científicos nacionais é reduzido, o que dificulta o trabalho de profissionais nessa área. A referida, autora salienta a importância que foi a definição das cinco liberdades para avaliação do bem-estar animal, sendo definidas pelo Comitê de Bem-estar de Animais de Produção, e são as seguintes; liberdade sanitária, liberdade psicológica, liberdade comportamental, liberdade nutricional e liberdade ambiental.

Hötzel e Machado Filho (2004) argumentam que os grandes desafios da agricultura moderna encontram-se voltados para a segurança alimentar e o bem-estar animal, uma vez que a produção deve ser sustentável e suprir as necessidades nutricionais da população, com um alimento de qualidade, oriundo de animais que foram tratados e abatidos em condições de bem-estar, uma vez que esse é pré-requisito para que um sistema seja eticamente defensável e socialmente aceitável e que a produtividade não pode ser o único parâmetro de avaliação de um sistema criatório.

Para melhorar as condições de bem-estar dos animais, Machado Filho e Hötzel (2000) indicam duas linhas de conduta: a adoção de sistemas criatórios alternativos, como a criação de aves no pasto semiconfinadas ou o enriquecimento ambiental, que consiste em melhorar o confinamento, tornando o ambiente mais adequado às necessidades comportamentais dos animais. Fraser (1985) sustenta que o processo criatório precisa ser eticamente defensável, socialmente aceitável, ambientalmente benéfico e relevante às necessidades, aos objetivos e aos recursos da comunidade para o qual foi desenhado.

Silva *et al.* (2006) verificaram a influência das condições ambientais (estresse e conforto) no comportamento de poedeiras criadas em um sistema de criação em cama e ninho, em comparação a um sistema de criação convencional (bateria de gaiolas). Pela análise do comportamento, verificou-se que o sistema de criação em cama propiciou a expressão de todos os comportamentos naturais e de conforto das aves, fornecendo melhores condições de bem-estar. No sistema de criação convencional, mesmo sem nenhuma condição, as aves tentaram executar os seus hábitos naturais e,

possivelmente, a impossibilidade de expressarem esses comportamentos agravou o estresse provocado por esse sistema de criação. Santos *et al.* (2009) pesquisaram o efeito do enriquecimento ambiental em sistema de produção para frangos de corte caipira, determinando a influência dos elementos meteorológicos e seu reflexo nos aspectos comportamentais. Nessa pesquisa, as aves submetidas ao módulo de produção com acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial foram as que tiveram melhor oportunidade de expressar os seus comportamentos naturais e de explorar o ambiente externo ao módulo de produção, potencializando o bem-estar.

Nazareno *et al.* (2009) avaliaram três sistemas de criação para frangos de corte industrial, semi-confinado com 3 m² por ave de área de piquete (SC 3), semi-confinado com 6 m² por ave de área de piquete (SC 6) e confinamento total (CONF), visando a caracterizar o ambiente térmico e o desempenho animal. O sistema de criação SC 3 foi o que permitiu melhor condicionamento térmico natural às aves (frequência respiratória e temperatura cloacal). Com relação ao desempenho das aves, o sistema de criação SC 6 apresentou prejuízo quando comparado aos demais sistemas SC 3 e CONF. Hellmeister Filho *et al.* (2003) pesquisaram a influência de genótipos e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos de corte tipo caipira. Foram utilizadas duas linhagens experimentais (Caipirinha e 7P) e duas comerciais (Label Rouge e Paraíso Pedrês) criadas nos sistemas intensivo e semi-intensivo (acesso a piquete com gramínea após 21 dias de idade) e constataram que há respostas diferenciadas para o tipo de sistema de criação no desempenho de linhagens de frangos de corte tipo caipira, criadas nos sistemas intensivo e semi-intensivo de criação. Os autores verificaram que a linhagem Caipirinha obteve melhor desempenho no sistema intensivo de criação e a linhagem Label Rouge, no semi-intensivo.

Hoorebeke *et al.* (2010) analisaram os fatores que potencializam o risco de contaminação por *Salmonella sp.* em poedeiras comerciais, utilizando amostras coletadas em quatro países: Grécia, Itália, Alemanha e Bélgica em diferentes sistemas de criação, galpões com acesso a áreas livres, produção orgânica, cama sobre piso e gaiolas convencionais respectivamente. Esses autores concluíram que, nos sistemas de criação em gaiolas, a ocorrência de

infecções por *Salmonella sp.* é mais intensa que em sistemas alternativos de criação.

3.4 INFLUÊNCIAS DAS INSTALAÇÕES NO CONFORTO TÉRMICO ANIMAL

O meio ambiente abrange todas as variáveis que interferem, direta ou indiretamente, nos animais, inserindo aquelas que compõem o ambiente térmico (aeração, temperatura, radiação e umidade). Estudos voltados para o conforto térmico de instalações avícolas evidenciam que uma das principais causas do estresse calórico das aves durante o verão ocorre devido à radiação solar, a qual, durante o dia, coopera com parcela substancial de calor que penetra na construção, assim, a principal proteção contra a insolação direta objetivando diminuir a situação de desconforto térmico ambiental das aves, pode ser alcançada com a utilização de cobertura adequada (CURTIS, 1983; RIVERO, 1986). A seleção do material para cobertura é, portanto, de grande importância para o conforto térmico das instalações (PADILHA *et al.*, 2001).

Nããs (1989) citado por Pires *et al.* (1999) observou que a energia solar, quando incide sobre a cobertura, pode ser absorvida, transmitida ou refletida, em quantidades que dependem das propriedades físicas dos materiais que as compõem. Esse autor constatou, ainda, que a energia radiante absorvida pelas coberturas se transforma em energia térmica ou calor, sendo que parte dessa energia pode ser transmitida à superfície oposta, por meio da condução e, nesse contexto, o isolamento térmico constitui um dos meios mais eficientes e econômicos de melhorar as condições ambientais de edificações em geral, enquanto a outra parte da energia absorvida pode ficar armazenada e ser, posteriormente, transferida para o meio, por meio dos processos de convecção e de radiação.

O fibro-cimento é uma das coberturas mais empregada na instalações avícolas brasileiras, pois apresenta facilidades na manutenção, limpeza e instalação, além do custo baixo, quando comparada com telhas de alumínio e barro (PIRES, 1999). A associação das coberturas tradicionais com materiais, reflexivos ou de grande inércia térmica, isolantes e uso de forros variados sob

a cobertura e pintura com pigmentos isolantes ou reflexivos sobre ou sob as telhas proporciona uma melhoria adicional ao ambiente térmico interno de instalações avícolas (COSTA, 1982 citado por PIRES, 1999).

De acordo com Nääs *et al.* (2001), o telhado é o elemento construtivo mais expressivo em uma instalação avícola, quanto ao controle da radiação solar incidente. Fiorelli *et al.* (2010) afirmam que telhas recicladas à base de embalagens longa vida (Tetra Pack®) apresentaram índices de conforto térmico semelhantes àqueles encontrados para a telha cerâmica, telha cerâmica pintada de branco e telha de fibrocimento (Brasilit®), podendo ser recomendadas como opção de cobertura para instalações zootécnicas.

Estruturas agropecuárias devem ser desenvolvidas, levando-se em consideração fatores como: aptidão climática, materiais de construção, além de técnicas construtivas não convencionais, pois, atualmente, mais de 50% do investimento numa criação intensiva e semi-intensiva estão concentrados na construção de abrigos para os animais (FONSECA, 2010).

Campos (1986), pesquisando galpões com telhas de barro e cimento amianto com e sem forro, para frangos de corte, verificou que o uso de forro contribuiu, significativamente, para a melhoria do conforto térmico, avaliado pelo índice de temperatura de globo negro e umidade e carga térmica de radiação, sendo os melhores valores obtidos no interior do galpão com telha de barro com forro e os piores no galpão, com telhas de amianto sem forro. Furtado *et al.* (2006) analisaram a influência ambiental nos índices de conforto térmico e produtivo, em instalações de frangos de corte, cobertos com telha de cimento amianto, com três sistemas de acondicionamento térmico: ventilação artificial e aspersão sobre a cobertura, ventilação artificial e nebulização e ventilação artificial. Esses autores concluíram que os acondicionamentos térmicos testados não afetaram o desempenho das aves.

Jácome *et al.* (2007) estudaram o comportamento térmico de diferentes materiais de cobertura para instalações de poedeiras, e constataram que telhados de telha cerâmica proporcionaram melhor conforto térmico, nos horários mais quentes do dia, quando comparados com telhados recobertos com telhas de cimento amianto. Já Rocha *et al.* (2010) verificaram os efeitos ambientais sobre o desempenho produtivo de frangos de corte comerciais,

criados em dois aviários, localizados na região semiárida paraibana, em condições de verão, sendo um com cobertura de telha de cerâmica e outro coberto com telha de fibrocimento. Esses autores concluíram que as duas coberturas dos galpões não influenciaram o desempenho produtivo dos frangos.

3.5 MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIAS DE ENERGIA TÉRMICA

O processo de liberação de calor em que ocorrem as trocas de energia na forma de calor, entre o animal e o ambiente externo, pode ser de forma sensível ou latente. O calor sensível ou não evaporativo é o calor liberado pelos animais, por meio da condução, da convecção e da radiação. Essas trocas dependem de um diferencial de temperatura entre a superfície corporal dos animais e da temperatura ambiente (TEIXEIRA, 2004). A perda de calor latente ou evaporativo é aquela que se produz por meio da evaporação da umidade, não depende do diferencial de temperatura entre o organismo e o ar, e sim depende somente de um gradiente de umidade (TEIXEIRA, 2004). O perfil das trocas de calor foi traçado e observou-se que, sob condição de conforto, os animais apresentam até 80% das trocas por meios sensíveis e que, em condição de estresse, esses valores chegaram a valores de até 84%, referentes às trocas latentes (BARBOSA *et al.*, 2005).

3.5.1 Radiação

A radiação térmica é a transferência de energia térmica de um corpo a outro por meio de ondas eletromagnéticas (SILVA, 2000). O calor se perde por radiação sempre que a temperatura superficial do animal seja superior à temperatura dos objetos e de superfícies do meio ambiente, isto é, a perda de calor por radiação se processa pela emissão de raios caloríficos, através do meio, sem que esse aqueça o fluxo de calor. Esse processo não depende da temperatura do ar, mas sim da temperatura e da natureza da superfície do animal (TEIXEIRA, 2004).

3.5.2 Condução

A condução térmica é a expressão ao mecanismo de transferência de energia térmica entre corpos, por meio da energia cinética da movimentação das moléculas ou pela movimentação de elétrons livres, como no caso da condução dos metais. Esse fluxo passa das moléculas de alta energia para aquelas de baixa energia, ou seja, de uma zona de alta temperatura para outra de temperatura mais baixa (SILVA, 2000).

Devido à baixa condutividade térmica do ar, a perda de calor por condução, da superfície corporal do animal ao ar ambiente, é praticamente desprezível (TEIXEIRA, 2004). Segundo Hardy (1981), a condução térmica é a forma de troca de calor que possui menos contribuição no processo de termólise pelo animal, por carecer de contato com uma superfície de temperatura inferior.

3.5.3 Convecção

Basicamente se distinguem duas formas de transmissão de calor por convecção: a convecção natural e a convecção forçada. A perda de calor por convecção natural se produz devido ao ar, que em contato direto com o corpo do animal, se aquece, dilata-se e diminui a sua densidade o ar quente se eleva e é substituído por ar mais frio. Já a perda de calor por convecção forçada depende da taxa de movimentação do ar (maior velocidade do ar, maior perda), da temperatura do ar (maior diferença da temperatura entre superfície corporal do animal e o ar, maior perda) e também da área de superfície corporal em contato com o ar (TEIXEIRA, 2004).

3.5.4 Evaporação

Nos climas quentes, a evaporação é o principal processo de eliminação do excesso do calor corporal. Ela é prejudicada pela umidade do ar elevada e favorecida pelos ventos. A evaporação processa-se, principalmente, na superfície do corpo, mas ocorre também no seu interior,

no aparelho respiratório. O ar inspirado, em contato com a umidade dos alvéolos pulmonares e das paredes dos condutos respiratórios, acarreta a sua evaporação, pois o ar expelido é quase saturado de vapor d' água, o que contribui para a perda de calor (MEDEIROS; VIEIRA, 1997).

De acordo com Macari *et al.* (2004) esse fenômeno constitui um mecanismo de regulação térmica importante para as aves, por não possuírem glândulas sudoríparas, perdem uma grande quantidade de calor pela evaporação.

3.6 ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

Diversos índices de conforto térmico têm sido desenvolvidos e usados para prever o conforto ou o desconforto das condições ambientais. Esses índices são dependentes de quatro variáveis ambientais: a umidade relativa do ar, a temperatura do ar, a velocidade do ar e a radiação do ambiente (CAMPOS, 1986).

3.6.1 Temperatura ambiente – bulbo seco

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).

De acordo com Jentzsch (2002), a temperatura ambiente destaca-se como um indicador das condições térmicas, devido à sua fácil mensuração e à aplicação ambiental, além de servir como base para determinar as características climáticas regionais, por meio do estudo das médias durante determinado período. Segundo as recomendações de Tinôco (2001) e Ferreira (2005), a zona de conforto térmico para as aves está compreendida entre 22 e 27 °C.

3.6.2 Umidade relativa (UR)

A UR é altamente correlacionada à temperatura ambiente. Ambas em conjunto, influenciam os processos de perda de calor latente (BAËTA; SOUZA, 1997). O ar, a uma determinada temperatura, pode conter certa quantidade de vapor d'água, logo, a quantidade máxima (saturante) de vapor d'água pode ser descrita, em função da temperatura ambiente. Quanto maior a temperatura, maior essa quantidade. Quando esse valor máximo, para UR, é atingido, diz-se que o ar está saturado (SILVA, 2000).

Quando o ar está seco, a perda de calor latente é um processo bastante eficiente, porém quando a UR e a temperatura ambiente estão altas, os animais não conseguem ofegar com rapidez suficiente para remover todo calor que precisam dissipar de seu corpo. O mesmo não acontece quando a UR é baixa. Dessa forma, a UR limita os níveis de temperatura ambiental que os animais conseguem suportar (TEIXEIRA, 2004). Rojimin e Lokhorst (1966) citados por SILVA (2005) estudaram os efeitos da temperatura e da UR sobre a perda evaporativa de calor em aves adultas e concluíram que a perda de calor evaporativa diminui de 80 para 39%, quando a UR sobe de 40 para 90% a uma temperatura ambiente de 34 °C.

De acordo com Tinôco (2001) e com Medeiros *et al.* (2005), a faixa de UR que resulta em maior desempenho para aves, ocorre, entre 50 e 70%. Oliveira *et al.* (2006), estudando os efeitos da temperatura e da UR, sobre o desempenho de frangos de corte, testaram valores de 40 e 75% para UR, com temperatura ambiente de 32 °C, caracterizando ambientes de calor seco e de calor úmido, respectivamente. Esses autores concluíram que a elevação da UR de 40 para 75% acentuou o efeito negativo sobre o consumo de ração e ganho de peso das aves.

3.6.3 Índice de temperatura e umidade (ITU)

O ITU foi desenvolvido por Thon (1959), sendo largamente utilizado pelos órgãos oficiais de climatologia, devido à sua fácil obtenção, pois

engloba os efeitos da temperatura do ar e da umidade relativa do ar num único valor.

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.

De acordo com o *National Weather Service*, citado por Gomes *et al.* (2008), valores de ITU até 74, de 74 a 78, de 79 a 84 e acima de 84 definem situação de conforto, de alerta, de perigo e de emergência, respectivamente, para bovinos, mas podendo ser utilizados como índices para outras espécies.

3.6.4 Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

O ITGU, determinado por Yaglou e Minard (1957), é o índice mais preciso para se medir o conforto térmico em regiões tropicais, segundo Buffington *et al.* (1981), pois incorpora a temperatura ambiente, a umidade, a velocidade do ar e a radiação, num único valor. O ITGU foi obtido pela inclusão da temperatura do globo negro, em substituição à temperatura do bulbo seco presente na equação desenvolvida por Thon (1959).

Oliveira e Esmay (1981) verificaram que o termômetro de globo pode ser utilizado como indicador do nível de conforto térmico para animais em condições de clima quente e que a diferença entre a temperatura de globo negro e a do ar reflete o efeito da radiação e da velocidade do ar sobre o animal.

O termômetro de globo negro padrão é constituído de uma esfera de cobre, com 0,15 m de diâmetro e espessura de parede de 0,5 mm, pintado externamente com duas camadas de tinta preta fosca, tendo, em seu centro, um sensor de temperatura. Como sensor são utilizados tanto o termômetro de bulbo de mercúrio como também o termopar (JENTZSCH, 2002). Camerini *et al.* (2011) avaliaram a precisão de termômetros de globo negro alternativo, esfera de plástico resistente, (PVC), comparado com termômetro de globo negro padrão (esfera de cobre), e chegaram a conclusão de que os termômetros de globo negro alternativo apresentam exatidão satisfatória,

podendo ser utilizados em estudos agrometeorológicos, implicando em menores custos para a pesquisa.

Piasentin (1984), em pesquisa com frangos de corte, observou que, para de 28 a 49 dias de idade, a variação do ITGU de 65 a 77 não influenciou o desempenho das aves. Furtado *et al.* (2003), pesquisando instalações para frangos de corte na mesorregião do Agreste Paraibano, concluíram que, para um período de 15 a 49 dias de idade das aves, os ambientes cujos valores do ITGU variaram entre 65 e 77 não afetaram o desempenho dos frangos e, portanto, foram considerados confortáveis para a produção.

3.6.5 Carga térmica de radiação (CTR)

A CTR determinada pela equação de Stefan-Boltzmann, proposta por Esmay (1979), expressa a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante. Essa definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (BOND; KELLY, 1955).

Estudos recentes mostram que é necessário reduzir, além da CTR incidente sobre as coberturas, a CTR interna das instalações, com materiais de cobertura que sejam bons refletores da CTR incidente e bons absorventes da CTR interna das instalações (ABREU *et al.*, 2001). A proteção contra a insolação direta sobre coberturas pode ser obtida pelo uso de coberturas com alto poder refletivo, isolantes térmicos e materiais de grande inércia térmica (COSTA, 1982). O uso de coberturas pode reduzir entre 20 e 40% a CTR incidente sobre o animal, quando comparada à carga recebida pelo animal ao ar livre (FURTADO *et al.*, 2006).

3.7 TEMPERATURA CLOACAL E TEMPERATURA SUPERFICIAL

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). De acordo com Brown Brandl *et al.* (2003) a

temperatura cloacal pode servir como ferramenta para avaliar o grau de adaptabilidade dos animais a uma determinada condição ou ambiente.

Há diferentes recomendações de temperatura cloacal ideal para frangos de corte, mas em sua maioria, se aceita um único valor para todo o ciclo. Macari e Furlan (2001) afirmam que 41,1 °C caracteriza uma condição de conforto para frangos de corte, por outro lado Meltzer (1987) e Elson (1995) consideram como faixa normal temperaturas entre 41 e 42 °C.

Richards (1971) citado por Malheiros *et al.* (2000) propôs um modelo para o cálculo da temperatura média da pele das aves (TSM), estudando três regiões das aves com penas (dorso, asa e coxa) e três regiões desprovidas de penas (dedo, pata e crista). Esse autor atribuiu pesos para cada região, de acordo com a área superficial de cada uma delas chegando a conclusão de que as regiões corporais mais significativas foram a asa, a cabeça, a pata e dorso, com seus respectivos pesos, 0,12, 0,03, 0,15 e 0,70, respectivamente. Diversas pesquisas foram realizadas com o intuito de utilizar a temperatura superficial corpórea das aves na avaliação das condições de estresse e conforto térmico das aves (MALHEIROS *et al.*, 2000; DAHLKE *et al.*, 2005; PEREIRA, 2006; CANGAR *et al.*, 2008; NAZARENO *et al.*, 2009; NASCIMENTO, 2010).

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO DE DIFERENTES COBERTURAS DE TELHADOS DE AVIÁRIOS MÓVEIS

RESUMO

Objetivou-se, com esta pesquisa testar diferentes materiais de cobertura para o telhado de aviários móveis sobre índices de conforto térmico para aves. Foram construídos três aviários móveis, cada um com 2,0 m de comprimento x 1,0 m de largura x 1,2 m de altura. Os tratamentos experimentais foram: 1) papelão revestido com lona plástica de dupla face (branca e negra), sendo a face branca voltada para o exterior e a face negra voltada para o interior; 2) papelão revestido com embalagem longa vida (Tetra Pak®), com face metálica voltada para o exterior; e 3) cobertura do telhado com lâmina formada por embalagem longa vida (Tetra Pak®), com face metálica voltada para o exterior. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com 15 repetições geradas no tempo, sendo os blocos constituídos pelos dias de amostragem. Foram coletados durante 15 dias consecutivos no mês de setembro de 2010, a cada 2 horas, das 10 às 18 horas dentro dos aviários a uma altura de 0,70 m do solo, o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), a temperatura de bulbo seco (TBS), a carga térmica radiação (CTR), a umidade relativa (UR), a temperatura superficial externa do telhado (TSE), a temperatura superficial interna do telhado (TSI) e a diferença entre a TSE e TSI (DIF). O telhado que proporcionou índices de conforto térmico compatíveis com a criação de aves foi o tratamento com papelão revestido com lona plástica apresentando melhor resultado para o ITGU, em comparação com os telhados de papelão revestido com embalagem Tetra Pak® e telhado formado com lâmina de embalagem Tetra Pak®. Conclui-se que o telhado de papelão revestido com lona plástica foi o que proporcionou melhores condições de conforto térmico para as aves.

Palavras-chave: Ambiência. Aves. Índices do ambiente térmico. Instalações zootécnicas. Trator de galinhas.

CHAPTER 2 – EVALUATION OF THERMAL COMFORT INDICES OF DIFFERENT ROOFING MOBILE AVIARIES

ABSTRACT

The objective of this research was to test different materials of cover the roof of aviaries furniture on thermal comfort indices for birds. They were built three aviaries furniture, each one with 2.0 m of length x 1.0 m width x 1.2 m height. The treatments were: 1) cardboard covered with plastic double-sided (white and black), and the white face turned to the outside and black face toward the interior, 2) cardboard covered with long life package (Tetra Pak ®) with metal face outward to the exterior, and 3) cover the roof with a blade formed by long-life package (Tetra Pak ®), with metal face toward to the exterior. The treatments were arranged in a randomized block design with 15 replications generated in time; with the blocks consist of the sampling days. There were collected for 15 consecutive days in September of 2010 in every two hours, from 10 to 18 hours inside the poultry houses at a height of 0.70 from the ground, the index of black globe temperature and humidity (BGT), the dry bulb temperature (DBT), the heat load radiation (CTR), relative humidity (RH), the external surface temperature of the roof (EST)), the internal surface temperature of the roof (IST)) and the difference between the EST and IST (DIF). The roof which provided thermal comfort indexes compatible with the raising birds was the treatment with cardboard covered with plastic showing better results for the BGT comparison with the cardboard roofs covered with Tetra Pak ® package and roof formed with blade package of Tetra Pak ®. It is concluded that the roof of cardboard covered with plastic was the one that provided the best thermal comfort for the birds.

Key words: Ambience. Birds. Indexes of the thermal environment. Zootechnical facilities. Chicken tractor.

1 INTRODUÇÃO

A produção de aves criadas em sistemas alternativos tem aumentado sendo relacionada ao interesse de consumidores por produtos com características diferenciadas daqueles obtidos de aves criadas em sistemas convencionais (FARIA FILHO *et al.*, 2011). Um desses sistemas alternativos de criação de aves são os aviários móveis, que consistem em cercados móveis, leves, baratos, sem fundo, dotados de comedouros, bebedouros, ninhos, no caso de poedeiras, poleiros e telhado, permitindo o acesso permanente das aves à superfície do solo (GUELBER SALES, 2005).

Recentemente, os sistemas de produção animal têm evoluído intensamente, tanto no aspecto do manejo da criação, quanto no gerencial (GUELBER SALES, 2005). Percebe-se que o ambiente adequado é condição imprescindível para que os animais expressem o seu máximo potencial produtivo (ALVES; RODRIGUES, 2004). O meio ambiente abrange todas as variáveis que interferem, direta ou indiretamente nos animais, inserindo aquelas que compõem o ambiente térmico, como a aeração, a temperatura, a radiação e a umidade (NÄÄS *et al.*, 2001).

A ambiência e bem-estar animal é um assunto novo na avicultura, em relação a outros, como a sanidade, a genética e a nutrição (ARENALES; ROSSI, 2001). O máximo desempenho de aves adultas é obtido, quando colocadas em temperaturas dentro da zona de conforto térmico, que se situa entre 22 e 27 °C e umidade relativa do ar entre 50 a 70% de (FURTADO *et al.*, 2003; FERREIRA, 2005; MEDEIROS *et al.*, 2005).

As projeções de instalações adequadas levam as melhores condições de conforto térmico e de manejo, com reflexos em maior produtividade animal e em melhor sanidade (ALVES; RODRIGUES, 2004). Índices de conforto térmico, como o índice de temperatura do globo negro e umidade (BUFFINGTON *et al.*, 1981) e a carga térmica de radiação (ESMAY, 1979), foram desenvolvidos na tentativa de englobar, numa única variável, elementos do ambiente construído e dados meteorológicos, na qual o indivíduo analisado apresente um melhor funcionamento geral dos processos

fisiológicos e esteja inserido em ambientes com boas condições de conforto térmico.

Bond *et al.* (1961), citados por Moraes (1999), mediram a radiação térmica recebida de várias partes da instalação que envolvia um animal à sombra e concluíram que 28% da carga térmica de radiação provinham do céu, 21%, do material de cobertura, 18%, da área não-sombreada e 33%, da área sombreada. Dessa forma, o material de cobertura constitui um dos principais elementos no conforto térmico ambiental. O material ideal para cobertura, de acordo com Moraes (1999), deve ser impermeável, bom isolante térmico, leve, resistente a intempéries, de fácil manuseio e montagem, resistente mecanicamente, bom aspecto estético e de baixo custo.

Dentre as possíveis estratégias para a redução da carga térmica de radiação no interior de instalações zootécnicas, pode-se fazer uso de diferentes materiais de cobertura (MORAES, 1999), inclinações de telhado (YANAGI JUNIOR *et al.*, 2001), pinturas de telhado (TINÔCO, 2001) e uso de forros (CAMPOS, 1986), dentre outras possibilidades.

Assim, objetivou-se, com a presente pesquisa, testar diferentes materiais de cobertura para o telhado de aviários móveis sobre índices de conforto térmico para aves.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 02 a 16 de setembro de 2010, nas proximidades do Setor de Avicultura do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, situado próximo às coordenadas geográficas: 16°40'42"S e 43°50'31"W, posicionado na região norte da cidade de Montes Claros – MG, com altitude de, aproximadamente, 655 m. O clima predominante da região, segundo classificação de Köppen é Bsh (tropical semiárido), com verões quentes e chuvosos.

Foram construídos três aviários móveis orientados no sentido leste-oeste, com tubo metálico para a base com 2 m de comprimento x 1 m de

largura x 1,2 m de altura. Foi usada armação de vergalhão para sustentar a tela utilizada para fechar o aviário.

Foram utilizados três tratamentos (FIG. 1, FIG. 2 e FIG. 3), constituídos por diferentes tipos de cobertura, a saber: 1) papelão revestido com lona plástica de dupla face (branca e negra), sendo a face branca voltada para o exterior e a face negra voltada para o interior; 2) papelão revestido com embalagem longa vida (Tetra Pak®), com face metálica voltada para o exterior; e 3) cobertura do telhado com lâmina formada por embalagem longa vida (Tetra Pak®), com face metálica voltada para o exterior. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com 15 repetições, geradas no tempo sendo os blocos constituídos pelos dias de amostragem.



FIGURA 1: Aviário móvel com telhado de papelão revestido com lona plástica

Fonte: Arquivo da pesquisa, 2011.



FIGURA 2: Aviário móvel com telhado de papelão revestido com lâmina Tetra Pak®
Fonte: Arquivo da pesquisa, 2011.



FIGURA 3: Aviário móvel com telhado de lâmina Tetra Pak®
Fonte: Arquivo da pesquisa, 2011.

Foram medidos a cada 2 horas, das 10 às 18 horas, durante 15 dias consecutivos a temperatura de bulbo seco, o índice de temperatura de globo negro e umidade, a carga térmica radiação, a umidade relativa do ar, a

temperatura superficial externa do telhado (TSE), a temperatura superficial interna do telhado (TSI) e a diferença entre a TSE e TSI (DIF).

A umidade relativa do ar e a temperatura do bulbo seco foram coletadas, por meio de termo-higrômetro inserido dentro dos aviários, a uma altura de 0,70 m do solo da marca Incoterm®, com escala de - 10 a 55 °C e precisão de 1 °C. Para a obtenção da temperatura de globo negro, foram utilizados termômetros de globo, dentro dos aviários a uma altura de 0,70 m do solo, confeccionados com boias de caixa d'água de 10 cm de diâmetro externo, pintadas com tinta preta fosca, em conjunto com termômetros de mercúrio da marca Incoterm®, com escala de -10 a 60 °C e precisão de 1 °C. A montagem foi realizada de modo que o reservatório de mercúrio do termômetro ficasse no centro geométrico da esfera. A velocidade do ar foi obtida com anemômetro digital de hélice, da marca Instrutherm®, modelo AD-250, com resolução de 0,01 m s⁻¹ e, no instante da leitura, o sensor estava posicionado no centro de cada aviário móvel a uma altura de 0,07 m. As temperaturas superficiais interna e externa foram obtidas a uma distância de 5 centímetros dos telhados, com auxílio de um termômetro infravermelho da marca Incoterm®, com escala de - 60 a 500 °C e precisão de 2 °C.

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foi calculado, segundo Buffinoton *et al.* (1981), por meio da seguinte equação:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} + 41,7.$$

Onde:

T_{gn} = temperatura de globo negro (°C),

T_{po} = temperatura de ponto de orvalho (°C) = $[(186,4905 - 237,3\text{Log}_{10}^e) / (\text{Log}_{10}^e - 8,2859)]$.

Onde:

e = pressão real de vapor d'água (hPa) = $e_{su} - A P (t - t_u)$.

Onde:

A = constante do psicrômetro ($8,0 \cdot 10^{-4} \text{°C}^{-1}$),

P = pressão atmosférica local (hPa),

e_{su} = pressão de saturação do vapor d'água à temperatura de bulbo úmido (hPa), sendo calculada pela equação: $e_{su} = 6,1078 \cdot 10^{[(7,5 t_u) / (237,3 + t_u)]}$.

Onde:

t e t_u = temperatura de bulbo seco e bulbo úmido, respectivamente (°C).

A carga térmica de radiação (CTR, $W \cdot m^{-2}$) foi determinada pela equação de Stefan-Boltzmann, proposta por Esmay (1979): $CTR = \sigma (TMR)^4$

Onde:

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

TMR = temperatura radiante média (K) que foi obtida pela equação: $100 [2,51 \times (Vv)^{0,5} \times (Tg - Tbs) + (Tg/100)4]^{1/4}$ (BOND; KELLY, 1955).

Onde:

Vv = velocidade do vento (m/s),

Tbs = temperatura bulbo seco (K),

Tgn = temperatura de globo negro (K).

Os dados foram verificados, quanto à presença de dados discrepantes, de normalidade dos erros (teste Cramer-Von-Mises) e homogeneidade de variâncias (teste Brown-Forsythe). Após constatado o atendimento às pressuposições do modelo, os dados foram submetidos à análise de variância, por meio do programa SAS® e, em caso de diferença significativa, aplicou-se o teste de Tukey (5%), para comparação de médias (LITTELL *et al.*, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)

Os resultados do ITGU encontram-se na TAB. 1, na qual se verifica diferença significativa entre os tratamentos às 10, 12 e 14 h. No horário das 10 h, os tratamentos Tetra Pak® + papelão e papelão revestido com lona diferiram-se estatisticamente entre si, mas não se diferenciaram do tratamento com Tetra Pak®. Às 12 e 14 h, os tratamentos com Tetra Pak® + papelão e Tetra Pak® não se diferiram estatisticamente entre si, no entanto geraram valores superiores ao tratamento com papelão revestido com lona. No horário das 16 e 18 h não houve diferença significativa entre os tratamentos sobre os valores do ITGU. De acordo com Oliveira *et al.* (2006), a faixa indicativa de conforto térmico para aves adultas compreende entre valores de ITGU de 75 a 77. Teixeira (1983) pesquisando instalações para frangos de corte com coberturas de cerâmica e cimento amianto, concluiu que, para um período de 15 a 49 dias de idade das aves, os ambientes cujos valores de ITGU variaram entre 65 e 77 não comprometem o desempenho de frangos sendo considerados confortáveis para produção. Sarmiento *et al.* (2005), analisando instalações para frangos de corte, concluíram que períodos de 21 a 42 dias de idade ambientes cujos valores do ITGU variaram entre 65 e 77, não afetaram o desempenho dos frangos, sendo considerados confortáveis para a produção. Verifica-se que, no horário das 10 e 18 h, os tratamentos apresentaram valores de ITGU dentro da faixa indicativa de conforto térmico para aves adultas, conforme Oliveira *et al.* (2006).

TABELA 1

Valores médios do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), Temperatura do bulbo seco (TBS; °C), carga térmica de radiação (CTR, W m⁻²) e umidade Relativa (UR, %) de aviários móveis com diferentes tipos de cobertura

Tratamentos	Horários				
	10	12	14	16	18
	Índice de temperatura de globo negro e umidade				
Tetra Pak®+papelão	76,05 a	78,61 a	79,43 a	78,76	72,60
Tetra Pak®	75,27 ab	78,09 a	79,53 a	78,54	72,39
Lona+papelão	75,03 b	76,59 b	77,52 b	77,42	72,14
CV (%)	1,40	0,95	1,03	0,63	0,76
	Temperatura do bulbo seco (°C)				
Tetra Pak®+papelão	28,75 a	32,00 a	33,53 a	32,46	26,30 ab
Tetra Pak®	27,81 b	31,20 b	33,16 ab	32,38	26,10 b
Lona+Papelão	27,63 b	30,90 b	32,46 b	31,96	26,56 a
CV (%)	2,43	1,70	2,68	2,21	1,68
	Carga térmica de radiação (W m ⁻²)				
Tetra Pak®+papelão	489,53	504,86 a	508,33 a	503,98ab	459,88
Tetra Pak®	484,90	499,36ab	509,19 a	506,80 a	459,52
Lona+papelão	481,40	488,50 b	501,84 b	499,82 b	457,65
CV (%)	2,76	3,04	1,73	1,24	1,52
	Umidade Relativa (%)				
Tetra Pak®+papelão	35,53	28,87	22,52	24,13	39,93
Tetra Pak®	36,59	28,53	23,81	23,39	39,37
Lona + papelão	36,05	26,51	24,55	23,29	36,45
CV (%)	8,70	12,15	14,89	10,97	12,89

Nota: Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Arquivo da pesquisa, 2011.

No horário das 12, 14 e 16 h, os valores de ITGU dos tratamentos Tetra Pak® + papelão e Tetra Pak® estavam acima do desejável. Por outro lado, o tratamento de papelão revestido com lona obteve valor dentro da faixa

indicativa de conforto para aves. Isso pode ser explicado pelo fato da formação de camada isolante de ar entre a lona e o telhado, que atuou de forma a diminuir a incidência de radiação dentro do aviário móvel, diminuindo, assim, a temperatura do globo negro e, conseqüentemente, o ITGU. Segundo Abreu *et al.* (2001), o forro, por agir como segunda barreira física, permite a formação de uma camada de ar junto à cobertura, contribuindo na redução da transferência de calor para o interior da construção. Outro fato que contribuiu com esse resultado foi a presença da cor branca na lona, que, segundo Tinôco (2001), é capaz de diminuir a penetração de calor no interior das instalações. Segundo Kawabata *et al.* (2005), coberturas pintadas de branco proporcionam bons índices de conforto térmico. Gomes Filho (2010), avaliando o efeito do sombreamento artificial e da pintura de telhados na melhoria do conforto térmico de modelos reduzidos simulando galpões avícolas, concluiu que a pintura de cor branca na face externa do telhado diminuiu a temperatura superficial externa e interna, com o melhor resultado sendo demonstrado pelo tipo de cobertura com tela de sombreamento de 50%, posicionada a 0,08m de altura da telha de fibrocimento, nova, sem amianto, com pintura na cor branca.

Os valores médios de ITGU aumentaram a partir das 10 h, atingindo o máximo entre 12 e 14 h, decrescendo em seguida, das 16 às 18 h. De acordo com Rosa (1984), essa elevação da temperatura entre 12 e 14 h é devido ao aumento da temperatura das secções da vizinhança do globo, fazendo com que ele receba mais calor do ambiente, acarretando na elevação da sua temperatura, com conseqüente elevação nos valores de ITGU. Esse comportamento nos valores de ITGU corrobora os estudos de Rosa (1984), de Zanolla *et al.* (1999), de Matos (2001), de Furtado *et al.* (2003), de Sarmiento *et al.* (2005) e de Jácome *et al.* (2007).

3.2 TEMPERATURA DE BULBO SECO (TBS)

Os resultados da TBS encontram-se na TAB. 1, na qual se verifica que não houve diferença significativa entre os tratamentos apenas no horário das 16 h. Segundo as recomendações de Furtado *et al.* (2003) e de Ferreira

(2005), a zona de conforto térmico para aves está compreendida entre 22 e 27 °C. Assim, com base nos valores de TBS verificados, somente nos horários das 10 e 18 h, os tratamentos se mantiveram dentro da faixa de conforto térmico das aves, sendo que, nos demais horários de observação, os valores de TBS permaneceram acima do limite recomendado.

3.3 CARGA TÉRMICA DE RADIAÇÃO (CTR)

Os resultados da CTR encontram-se na TAB. 1, na qual se verifica que houve diferença significativa nos valores da CTR, entre os tratamentos às 12, 14 e 16 h. No horário das 10 e 18 h, não houve diferença significativa entre os tratamentos, nos valores da CTR. Em todos os tratamentos os menores valores da CTR foram obtidos nesses dois horários de observação. Isso pode ser explicado pelo fato de que os valores que definem a CTR ocorrem em função, principalmente, da irradiação solar direta, que, por sua vez, atinge os valores mais elevados próximo das 12 h, horário em que o sol se posiciona mais perpendicular ao plano do horizonte local e, também, em função da radiação de ondas longas emitidas pela vizinhança (FONSECA, 1998). No horário das 12 h, os tratamentos Tetra Pak® + papelão e papelão revestido com lona obtiveram diferenças significativas entre si, mas não se diferenciaram do tratamento com Tetra Pak®.

Observados os valores da CTR às 14 h, verifica-se que os tratamentos com Tetra Pak® + papelão e Tetra Pak® não se diferiram estatisticamente entre si, no entanto geraram valores superiores ao tratamento com papelão revestido com lona. A camada de ar formada junto à cobertura do tratamento papelão revestido com lona atuou de forma a diminuir a incidência de radiação, diminuindo, assim, a temperatura do globo negro e, conseqüentemente, diminuindo o valor da CTR. Outro fator que pode ter colaborado com o menor valor da CTR, é a cor branca, presente na lona, que promove maior reflexão da radiação solar e, com isso, ocasiona uma redução na quantidade de radiação incidente no interior do aviário móvel. De acordo com Baêta e Souza (1997), coberturas pintadas de branco proporcionam

maior eficiência na redução da CTR em instalações. Avaliando influência da pintura externa do telhado sobre a temperatura interna de telhas de fibrocimento com amianto em galpões de frango de corte, Sarmiento *et al.* (2005) verificaram que a temperatura da superfície interna da telha, no sistema com pintura, foi (33,9, 34,4 e 33,7 °C) e a do sistema sem pintura (40,1, 41,5 e 42,7 °C), demonstrando a sua eficiência na diminuição da temperatura interna da cobertura.

Às 16 h, os tratamentos com Tetra Pak® e papelão revestido com lona obtiveram diferenças significativas entre si, mas não se diferenciaram do tratamento Tetra Pak® + papelão. Fiorelli *et al.* (2009) avaliaram a influência de telha reciclada à base de embalagens longa vida (Tetra Pak®) no conforto térmico de instalações zootécnicas, obtendo, nos horários de maior incidência de irradiação solar, das 12 às 14 h, valores de 557,94 e 572,04 W m⁻², respectivamente, sendo esses valores superiores aos encontrados nesta pesquisa para as mesmas coberturas.

3.4 UMIDADE RELATIVA (UR)

Os resultados da UR encontram-se na TAB. 1, na qual se verifica que os tratamentos não apresentaram diferença significativa nos valores da UR. Segundo Hicks (1973), para as aves, a faixa de UR considerada satisfatória para a melhor produção está situada entre 35 e 75%. Observa-se que, somente nos horários das 10 e 18 h, a UR dos tratamentos permanecem dentro da faixa considerada ideal. Valores de umidade relativa do ar muito abaixo do recomendado podem causar desidratação das mucosas dos pintinhos nas primeiras semanas de vida e aumentar os riscos de doenças cardíacas e pulmonares, no futuro (BAIÃO *et al.*, 1998).

3.5 TEMPERATURA SUPERFICIAL EXTERNA (TS_{EXT.})

Os resultados da TS_{ext.} encontram-se na TAB. 2, na qual se verifica diferença significativa nos valores da TS_{ext.} entre os tratamentos, em todos os horários de observação.

TABELA 2

Valores médios de Temperatura superficial externa (°C), de temperatura superficial interna (°C) e diferença das Temperaturas superficiais externa e interna das coberturas ($TS_{ext-int}$ °C) de aviários móveis com diferentes tipos de cobertura

Tratamentos	Horários				
	10	12	14	16	18
Temperatura superficial externa (°C)					
Tetra Pak® + papelão	36,03 b	41,75 b	39,57 b	31,74 b	21,87 ab
Tetra Pak®	34,12 b	39,52 c	38,34 c	32,76 b	22,02 a
Lona + papelão	41,40 a	46,65 a	45,08 a	34,90 a	21,42 b
CV (%)	5,79	5,36	2,72	3,88	2,63
Temperatura superficial interna (°C)					
Tetra Pak® + papelão	32,64 a	35,94	36,33	31,92	23,95 a
Tetra Pak®	32,65 a	36,68	36,67	31,88	22,69 b
Lona + papelão	31,58 b	36,51	36,13	32,10	24,01 a
CV (%)	3,59	3,97	2,45	2,23	1,87
$TS_{ext-int}$ (°C)					
Tetra Pak® + papelão	3,39 b	5,20 b	3,24 b	-0,17 b	-2,08 b
Tetra Pak®	1,47 b	2,37 c	1,66 c	0,88 b	-0,66 a
Lona + papelão	9,82 a	11,34 a	8,95 a	2,80 a	-2,58 b
CV (%)	46,02	22,47	30,20	85,70	33,68

Nota: Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Arquivo da pesquisa, 2011.

Nos horários das 10, 12, 14 e 16 h, o tratamento de papelão revestido com lona obteve valor de TS_{ext} superior aos demais tratamentos (Tetra Pak® + papelão e Tetra Pak®) que, obtiveram comportamentos térmicos iguais nos horários 10, 16, e 18 h. Esse comportamento térmico semelhante pode ser explicado pela constituição do material da cobertura do telhado, que é formada de embalagens longa vida (Tetra Pak®), que são constituídas de 5% de alumínio, 20% de plástico e 75% de papelão (TETRA PAK®, 2011).

Essa maior reflexibilidade do tratamento de papelão revestido com lona está relacionado, à alta refletividade solar da cor branca presente na lona,

que promove maior reflexão da radiação solar e, com isso, ocasiona a redução na quantidade de calor de radiação gerado por meio da cobertura. Savastano Júnior *et al.* (1997) constataram a eficiência térmica estatisticamente superior de telhas de fibrocimento com pintura de branco à base de cal e fixadores. Segundo Gomes Filho (2010), o uso de pintura branca em telhas de fibrocimento promove a reflexão de cerca de 70 a 88% da irradiação solar, dependendo da natureza da tinta.

3.5 TEMPERATURA SUPERFICIAL INTERNA ($TS_{INT.}$)

Os resultados da $TS_{int.}$ encontram-se na TAB. 2, na qual se verifica diferença significativa nos valores da $TS_{int.}$ entre os tratamentos, nos horários das 10 e 18 h. No horário das 10 h, os tratamentos com Tetra Pak® + papelão e Tetra Pak® não se diferiram estatisticamente entre si, no entanto geraram valores superiores ao tratamento de papelão revestido com lona. Nos horários das 12, 14, e 16 h, os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si.

No horário das 18 h, os tratamentos com Tetra Pak® + papelão e papelão revestido com lona não se diferiram estatisticamente entre si, no entanto geraram valores superiores ao tratamento Tetra Pak®. Isso pode ser explicado pela menor retenção de calor desse tratamento em relação aos demais. Segundo Tinôco (2001), quando a cobertura da instalação é composta de diversas camadas, a transferência de calor de uma camada para outra ocorre em menor quantidade, sucessivamente. Dessa forma, cada camada recebe menor quantidade de calor e é sujeita a menor aumento de temperatura que a camada mais externa, adjacente. Isso significa que sempre ocorre armazenamento de calor na estrutura durante as horas de temperatura externa mais alta, que é transmitido por condução num processo inverso, durante as horas de temperatura externa mais baixa (TINÓCO, 2001).

3.5 DIFERENÇA DAS TEMPERATURAS SUPERFICIAIS EXTERNA E INTERNA DAS COBERTURAS ($TS_{EXT-INT}$)

Os resultados da diferença de $TS_{ext-int}$ encontram-se na TAB. 2, na qual se verifica diferença significativa nos valores da $TS_{ext-int}$ entre os tratamentos, nos horários de observação. Nos horários das 10 e 16 h, os tratamentos de Tetra Pak® + papelão e Tetra Pak® não se diferiram estatisticamente entre si, no entanto geraram valores inferiores ao tratamento de papelão revestido com lona. Às 12 e 14 h, os tratamentos diferenciaram-se entre si, sendo que o tratamento constituído de papelão revestido com lona obteve maior valor da diferença da $TS_{ext-int}$, em relação aos demais tratamentos. Essa maior diferença de $TS_{ext-int}$ obtida, no tratamento de papelão revestido com lona, evidencia uma melhor eficiência na retenção de calor desse tratamento em relação aos demais. Essa maior retenção pode ser explicada pela formação da camada de ar entre a lona e o papelão, que proporciona uma diminuição da incidência de radiação no interior da instalação e pela cor branca, presente na lona, que reduz a temperatura interna das instalações (BAËTA; SOUZA, 1997) e possui alto poder de reflexão, conferindo maior inércia térmica ao material de cobertura. De acordo com Savastano Júnior *et al.* (1997), a utilização de materiais de alto poder de reflexão, e que apresentem grande inércia térmica é recomendável, pois retarda a penetração de calor no interior das instalações.

Sampaio *et al.* (2011) avaliaram as temperaturas superficiais internas e externas de telhas de barro, de fibrocimento com pintura branca na face superior e de aço zincado, obtendo, às 12 h, uma diferença, da $TS_{ext-int}$ de 2,85 , 1,35 e 1,31 °C respectivamente, valores inferiores ao encontrado nesta pesquisa.

No horário das 18 h, os tratamentos de Tetra Pak® + papelão e papelão revestido com lona não se diferenciaram entre si, mas geraram valores superiores ao tratamento Tetra Pak®. Esse menor valor na diferença da $TS_{ext-int}$ do tratamento Tetra Pak® esta relacionado à inércia térmica dessa cobertura, que segundo Sposto *et al.* (2007), é a capacidade que uma edificação tem de armazenar e liberar calor. Esses resultados corroboram

com Tinôco (2001), admite que, quando a cobertura da instalação é composta de diversas camadas, a transferência de calor de uma camada para outra ocorre em menor quantidade, sucessivamente.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a cobertura do telhado do aviário móvel, formada por papelão revestido com lona plástica de dupla face, proporciona melhores condições de conforto para as aves.

CAPITULO 3 – EFEITO DE TIPOS DE COBERTURA DE AVIÁRIOS MÓVEIS SOBRE O AMBIENTE TÉRMICO E A HOMEOSTASE TÉRMICA DE FRANGOS LABEL ROUGE

RESUMO

Objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar a temperatura superficial e cloacal de frangos de corte criados em aviários móveis, com diferentes coberturas para o telhado. Foram construídos dois aviários móveis cada um com 2,0 m de comprimento x 1,0 m de largura x 1,2 m de altura. Os tratamentos experimentais foram: 1) papelão revestido com embalagem longa vida (Tetra Pak®), com face metálica voltada para o exterior; e 2) telhado com papelão revestido com lona plástica de dupla face (negra e branca), sendo a parte negra voltada para o interior e a parte branca voltada para o exterior. Em cada aviário móvel, foram alojados 20 frangos de corte, fêmeas, da linhagem comercial Label Rouge, de 42 dias de idade, distribuídos em delineamento em blocos casualizados com 15 repetições geradas no tempo, sendo os blocos constituídos pelos dias de amostragem. Foram coletados durante 15 dias consecutivos no mês de outubro de 2011, às 12 horas a temperatura superficial e cloacal das aves, o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), a temperatura de bulbo seco (TBS), a carga térmica radiação (CTR), a umidade relativa (UR). Para avaliar a temperatura superficial e cloacal, foram selecionadas ao acaso cinco aves de cada unidade experimental e registraram as temperaturas da asa, da canela, da cabeça e do dorso das aves, com o auxílio de um termômetro infravermelho. Para a determinação da temperatura cloacal, foi inserido um termômetro digital na cloaca das aves, em profundidade de, aproximadamente, 5 centímetros de onde foi medida a temperatura. O tratamento com lona plástica + papelão gerou melhor ITGU, no entanto as demais variáveis ambientais e as temperaturas superficiais e cloacais não foram influenciadas pelos tratamentos experimentais. Conclui-se que a cobertura com papelão revestido com lona plástica proporciona melhor ambiente térmico para as aves, no entanto os tratamentos experimentais não alteram a homeostase térmica das aves.

Palavras-chave: Ambiência. Aves. Conforto térmico. Trator de galinhas.

CHAPTER 3 – EFFECT OF TYPES OF ROOFING OF MOBILE AVIARIES ON THERMAL ENVIRONMENT AND THERMAL HOMEOSTASES OF LABEL ROUGE BROILERS

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the surface temperature and cloacal broiler chickens raised in aviaries furniture, with different covers for the roof. Two aviaries were built furniture each with 2.0 m length x 1.0 m width x 1.2 m height. The experimental treatments were: 1) covered cardboard of UHT milk (Tetra Pak ®), with metal face outward and 2) roof with cardboard covered with plastic double-sided (black and white), and the black part facing the interior and the white part facing outwards. In each aviary furniture were housed 20 broiler females chicks the commercial line Label Rouge, 42 days of old were distributed in a randomized block design with 15 replications generated in time, with the blocks constituted by sampling days. There were collected for 15 consecutive days in the month of October in 2011, at 12 hours the surface temperature and cloacal birds, the index of black globe temperature and humidity (BGT), the dry bulb temperature (DBT), the radiation heat load (CTR), relative humidity (RH). To evaluate the surface temperature and cloacal, they were randomly selected five birds from each experimental unit and recorded the temperatures of the wing, the cinnamon, the head and back of the birds, with the aid of an infrared thermometer. To determine the cloacal temperature, a digital thermometer was inserted into the cloaca of the birds at a depth of approximately 5 cm from where the temperature was measured. Treatment with plastic plus cardboard produced a better BGT, however, other environmental variables and the surface and cloacal temperatures were not affected by experimental treatments. It is concluded that coverage of cardboard covered with plastic provides better thermal environment for the birds, however experimental treatments do not change thermal homeostasis of the birds.

Key Words: Ambience. Birds. Thermal comfort. Chickens tractor.

1 INTRODUÇÃO

O interesse de consumidores por produtos com características diferenciadas daqueles obtidos de aves criada em sistemas convencionais vem influenciando mudanças nos sistemas utilizados para produção de frangos. A implementação de mudanças que melhorem o bem-estar animal pode garantir a oferta de produtos diferenciados para os consumidores (BLOKHUIS *et al.*, 1998; FRASER, 2001). Um desses sistemas alternativos de criação de aves é o aviário móvel, que, segundo Guelber Sales (2005), consiste de um cercado móvel, leve, barato, sem fundo, dotado de bebedouro, de comedouro, de ninho no caso de poedeira, de poleiro e de telhado, permitindo o acesso permanente das aves à superfície do solo.

As condições ambientais podem prejudicar a produção, o comportamento e a condição fisiológica dos animais (FURLAN *et al.*, 1999). Entre os fatores ambientais, os fatores térmicos, representados, principalmente, pela temperatura e pela umidade relativa do ar, são os que afetam diretamente as aves, pois comprometem a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos de perdas de calor sensíveis e latentes (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Porém as limitações climáticas podem ser amenizadas a partir de um projeto de instalação adequado.

O conforto térmico no interior de instalações avícolas é fator de alta importância, pois condições inadequadas afetam, consideravelmente, a produção de frangos de corte (MOURA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2009). A radiação solar representa 75% do total da carga térmica radiante que atinge uma instalação (FERREIRA, 2005), podendo ser reduzida, sombreando-se a instalação. Para Nããs *et al.* (2001), o telhado é o elemento construtivo mais expressivo na instalação avícola, quanto ao controle da radiação solar incidente.

De acordo com Baêta e Souza (1997), há vários índices para quantificar e avaliar o ambiente térmico dos animais em instalações, entretanto, nas condições ambientais em que os animais são expostos à

radiação solar, um dos indicadores mais precisos de estresse é o índice de temperatura de globo e umidade. Pesquisando instalações para frangos, Sarmiento *et al.* (2005) concluíram que, da terceira à sexta semana de idade, os ambientes cujos valores de índice de temperatura do globo negro e umidade variaram entre 65 e 77 não afetaram o desempenho dos frangos e, portanto, foram considerados confortáveis para a produção.

Para aliar o bem-estar térmico com a avaliação do estado de conforto ou estresse dos animais de produção, é fundamental o desenvolvimento de técnicas de mensuração não invasivas, de fácil aplicabilidade tanto no meio científico quanto no meio produtivo. O mapeamento da temperatura corpórea superficial surge como um método não invasivo e inovador, pela correlação com outras variáveis fisiológicas das aves, como a temperatura cloacal (NASCIMENTO, 2010).

Objetivou-se, com esta pesquisa, avaliar a temperatura superficial e cloacal de frangos de corte criados em aviários móveis, com diferentes coberturas para telhado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 03 a 17 de outubro de 2011 nas proximidades do Setor de Avicultura do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, situado próximo às coordenadas geográficas: 16°40'42"S e 43°50'31"W, posicionado na região norte da cidade de Montes Claros – MG, com altitude de aproximadamente 655 m. O clima predominante da região, segundo classificação de Köppen, é Bsh (tropical semiárido), com verões quentes e chuvosos.

Os procedimentos adotados com os animais nesta pesquisa estiveram de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, sendo aprovados no protocolo n° 234/2011, pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais.

Foram construídos dois aviários móveis orientados no sentido leste-oeste, com tubo metálico para a base com 2 m de comprimento x 1 m de

largura x 1,2 m de altura. Foi usada armação de vergalhão para sustentar a tela utilizada para fechar o aviário.

Os dois tratamentos utilizados foram: 1) papelão revestido com embalagem longa vida (Tetra Pak®), com face metálica voltada para o exterior; e 2) papelão revestido com lona plástica de dupla face (branca e negra), sendo a parte branca voltada para face externa e a parte negra voltada para a face interna.

Em cada aviário móvel, foram alojados 20 frangos de corte, fêmeas, da linhagem comercial Label Rouge, de 42 dias de idade. Durante todo o período experimental, foi fornecido ração comercial à vontade, (TAB. 1) de acordo com a fase de crescimento, em comedouro tubular, com capacidade para 15 kg e água em bebedouro tipo pressão, com capacidade para 5 l. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, com 15 repetições geradas no tempo, sendo os blocos constituídos pelos dias de amostragem.

Foram medidos às 12 horas, durante 15 dias consecutivos a temperatura superficial (asa, cabeça, canela e dorso), a temperatura superficial média, a temperatura cloacal, a temperatura de bulbo seco, o índice de temperatura de globo negro e umidade, a carga térmica de radiação e a umidade relativa do ar. Foram selecionadas ao acaso cinco aves de cada unidade experimental, para avaliar a temperatura superficial e cloacal das aves. Para a mensuração da temperatura superficial, foram registradas as temperaturas da asa, da cabeça, da canela e do dorso das aves, com o auxílio de um termômetro infravermelho, da marca Incoterm®, com escala de - 60 a 500 °C e precisão de 2 °C. A temperatura superficial média (TSM) foi calculada, segundo Richards (1971), citado por Malheiros et al. (2000), da seguinte forma: $TSM = (0,12 Tasa) + (0,03 Tcabeça) + (0,15 Tcanela) + (0,70 Tdorso)$.

Onde:

Tasa = Temperatura da asa (°C),

Tcabeça = Temperatura da cabeça (°C),

Tcanela = Temperatura da canela (°C),

Tdorso = Temperatura do dorso (°C).

TABELA 1

Composição nutricional da ração comercial fornecida às aves

Energia e Nutrientes*	Níveis**	Energia e Nutrientes*	Níveis**
Proteína Bruta (mín.)	190 g	Vitamina D3 (mín.)	1500 UI
Energia Metabolizável (mín)	3050 Kcal	Vitamina E (mín.)	12 UI
Fibra Bruta (máx.)	35 g	Vitamina K3 (mín.)	1,6 mg
Matéria Mineral (máx.)	65 g	Vitamina B1 (mín.)	1 mg
Extrato Etéreo (mín.)	25 g	Vitamina B6 (mín.)	2 mg
Umidade (máx.)	130 g	Vitamina B12 (mín.)	10 mcg
Cálcio (mín.)	7500 mg	Niacina (mín.)	30 mg
Fósforo (mín.)	6000 mg	Ácido Pantotênico (mín.)	10 mg
Sódio (mín.)	2000 mg	Ácido Fólico (mín.)	0,7 mg
Iodo (mín.)	0,85 mg	Biotina (mín.)	0,02 mg
Cobre (mín.)	10 mg	Colina (mín.)	250 mg
Manganês (mín.)	70 mg	Vitamina B2 (mín.)	4 mg
Selênio (mín.)	0,3 mg	Metionina (mín.)	4350 mg
Zinco (mín.)	60 mg	Lisina (mín.)	9700 mg
Ferro (mín.)	50 mg	Salinomicina (mín.)	66 mg
Vitamina A (mín.)	6800 UI	Bacitracina de Zn (mín.)	55 mg

* Oriundos dos ingredientes: milho integral moído, farelo de soja, cloreto de sódio (sal comum), calcário calcítico, fosfato bicálcico, sulfato de cobre, sulfato de manganês, selenito de sódio, sulfato de ferro, iodato de cálcio, sulfato de zinco, DL- metionina, cloreto de colina, bacitracina de zinco, salinomicina, ácido fólico, pantotenato de cálcio, biotina, niacina, vitamina A, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B1, vitamina B12, hidróxido de tolueno butilado (B.H.T), casca de arroz. ** Níveis de garantia por kg da ração.

Fonte: Arquivo da pesquisa, 2011.

Para a determinação da temperatura cloacal, foi inserido um termômetro digital, da marca Geratherm Medical AG®, com escala de 32 a 48 °C, na cloaca das aves, em profundidade de aproximadamente 5 centímetros, de onde foi medida a temperatura.

O índice de temperatura de globo negro e umidade, a carga térmica de radiação e a umidade relativa do ar foram calculados seguindo a mesma metodologia apresentada no segundo capítulo.

Os dados foram verificados, quanto à presença de dados discrepantes, de normalidade dos erros (teste Cramer-Von-Mises) e de homogeneidade de variâncias (teste Brown-Forsythe). Após constatado o atendimento às pressuposições do modelo, os dados foram submetidos à análise de variância, por meio do programa SAS® (LITTELL *et al.*, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para as temperaturas superficiais (asa, cabeça, canela e dorso), temperatura cloacal, temperatura superficial média (TSM), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), temperatura do bulbo seco (TBS), carga térmica de radiação (CTR) e umidade relativa (UR) estão apresentados na TAB. 2.

Observou-se diferença significativa entre os tratamentos para o índice ITGU, sendo o melhor resultado para o tratamento papelão revestido com lona. Os demais índices avaliados não foram influenciados pelos tratamentos experimentais.

TABELA 2

Valores médios da temperatura da asa (°C), da cabeça (°C), da canela (°C), do dorso (°C), da temperatura cloacal (°C), da temperatura superficial média (TSM, °C) de aves alojadas em aviários móveis, com diferentes tipos de cobertura, do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), da temperatura do bulbo seco (TBS; °C), da carga térmica de radiação (CTR, W m⁻²) e da umidade Relativa (UR, %) de aviários móveis, com diferentes tipos de cobertura

Tratamentos	Características avaliadas					
	Asa	Cabeça	Canela	Dorso	Cloacal	TSM
Tetra Pak® + papelão	38,50	35,15	34,98	37,93	41,53	37,47
Lona + papelão	38,55	35,85	34,47	37,48	41,58	37,11
CV (%)	1,02	3,28	5,09	2,29	0,40	1,67
	Índices avaliados					
	ITGU	TBS	CTR	UR		
Tetra Pak® + papelão	81,35 a	31,70	507,33	40,19		
Lona + papelão	80,48 b	31,14	503,18	38,93		
CV (%)	0,90	2,23	2,23	8,97		

Nota: Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Arquivo da pesquisa, 2011.

Nascimento (2010), avaliando o comportamento térmico de diferentes linhagens de frangos de corte submetidas a estresse por calor e de conforto térmico durante o ciclo de produção obteve uma temperatura média para a região da asa de 31,24 e 36,24 °C, para frangos submetidos à zona de conforto e ao estresse, respectivamente. Já Cangar *et al.* (2008), ao exporem frangos de corte da linhagem Ross a uma temperatura de 29 °C, observaram valores médios na região da asa na faixa de 38,1 °C, valores semelhantes aos encontrados nesta pesquisa (TAB. 2). Pesquisando frangos das linhagens Cobb e ISA Label JA 57, durante todo o ciclo de criação, em três condições distintas: temperatura termoneutra de acordo com a idade das aves (5 a 7 dias de idade: 32 °C; 8 a 14 dias de idade: 30 °C; 15 a 21 dias de idade: 26 °C e de 22 a 42 dias de idade: 24 °C); temperatura quente, com a

temperatura variando de 3 a 9 °C acima da temperatura neutra e temperatura fria, com variações de 7 a 9 °C abaixo da temperatura termoneutra, Dahlke *et al.* (2005) constataram uma temperatura média da asa entorno de 37,7 °C sob estresse térmico. Avaliando frangos de corte de 21 a 42 dias, criados com baixo teor protéico e em diferentes temperaturas Faria Filho (2003) verificou que a temperatura da asa foi de 39,10 °C, em temperatura quente (33 °C), valor superior ao encontrado nesta pesquisa.

Valores médios da temperatura da cabeça de 37,7 °C para frangos aos 42 dias de idade, sob estresse térmico foram relatados por Faria Filho (2003), por Dahlke *et al.* (2005) e Nascimento (2010). No entanto Cangar *et al.* (2008) observaram valores médios para a temperatura da cabeça de 39 °C de frangos com seis semanas. Os resultados foram superiores aos encontrados nesta pesquisa (TAB. 2), provavelmente devido à temperatura considerada para a condição de estresse para as pesquisas citadas.

Os dados da pesquisa, referentes à temperatura da canela (TAB. 2) corroboram os observados por Malheiros *et al.* (2000), Faria Filho (2003) e Nascimento (2010). De acordo com Shinder *et al.* (2007), a canela das aves é considerada um importante órgão vasomotor, fundamental para as trocas de calor sensíveis. É uma região que apresenta elevada sensibilidade frente às variações ambientais, sob condições de estresse por frio. Essa região sofre uma rápida constrição dos vasos periféricos, diminuindo o fluxo sanguíneo, numa tentativa de evitar, ao máximo, a perda de calor sensível (NASCIMENTO, 2010).

Richards (1970) relatou temperaturas na região do dorso entre 39 e 41,3 °C, para uma temperatura do ar de 20 e 40 °C, respectivamente, após 60 minutos de exposição das aves. Com o auxílio da termografia, Cangar *et al.* (2008) avaliaram temperaturas médias do dorso para aves da linhagem Ross, e obtiveram valores de 36,84 °C. Nascimento (2010), avaliando o comportamento térmico de diferentes linhagens de frangos de corte submetidas a diferentes condições, obteve valor para temperatura do dorso entorno de 35,95 °C para condição de estresse. Os resultados encontrados pelos autores são inferiores aos encontrados nesta pesquisa (TAB. 2). Essa maior temperatura encontrada no dorso das aves pode ser explicada pelo

empenamento, uma vez que as aves da linhagem comercial Label Rouge apresentam menor empenamento no dorso, portanto apresentam uma maior temperatura no dorso, devido à maior quantidade de pele exposta à radiação. Entretanto características de empenamento não foram estudadas nesta pesquisa.

Ao avaliar o conforto térmico de frangos de corte das linhagens Cobb e CPK Isa Hubbard em galpões com diferentes coberturas, Pereira (2007), observou que linhagem branca apresentou maiores médias de TSM, sob os tratamentos, de telha cerâmica e de fibrocimento com fibras de PVA: 31,91 e 31,85 °C, respectivamente e a linhagem semi-caipira alcançou maior média de TSM sob o tratamento de fibrocimento com fibras de PVA (33,73 °C) e cobertura de cerâmica (31,56 °C). Faria Filho (2003) encontrou para frangos de corte de 21 a 42 dias, criados com baixo teor proteico e em diferentes temperaturas, valores de TSM de 36,53 °C, para temperatura quente (33 °C), 26,92 °C, para temperatura fria (20 °C) e 32,83 °C, para temperatura termoneutra (25 °C). Malheiros *et al.* (2000) encontraram valores de TSM em estudo, com frangos de corte, de 32,7, 34,4 e 36,3 °C para as temperaturas de 20, 25 e 35 °C, respectivamente. O presente estudo encontrou valores de TSM superiores aos encontrados pelos autores citados anteriormente (TAB. 2). Esse maior valor na TSM pode estar relacionado à diferença metabólica e genética existente entre as linhagens e também, pela diferença na coloração das penas, pois, de acordo com Pereira (2007), animais coloridos (penas marrons) têm menor poder de reflexão e podem absorver maior taxa de calor por radiação, se comparados aos animais com penas brancas.

De acordo com vários autores, a temperatura retal para frangos de corte em condições de conforto térmico esta compreendida entre 41 e 42 °C (MELTZER, 1987; ELSON, 1995; MACARI; FURLAN, 2001). Verifica-se que os tratamentos apresentaram valores de temperatura cloacal (TAB. 2) dentro da faixa indicativa de conforto para aves. Medeiros *et al.* (2005), ao pesquisarem frangos de corte aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes temperaturas (16, 20, 20, 26, 32, e 36 °C), observaram temperaturas cloacais médias acima de 42 °C apenas na temperatura de 36 °C, sendo essa de 42,8 °C. Avaliando a influência de diferentes sistemas de criação no desempenho

de frangos de corte, Nazareno *et al.* (2009) observaram que frangos de corte criados em sistema de confinamento total apresentaram maior valor médio de temperatura cloacal (42,97 °C), quando comparados com os demais sistemas de criação: semi-confinado, com 3 m² por ave de área de piquete (41,98 °C) e semi-confinado, com 6 m² por ave de área de piquete (41,92 °C). Segundo os autores, a alta densidade e a falta de espaço podem contribuir para o aumento da temperatura entre as aves, além de prejudicar ou impedir a troca de calor com o ambiente, provocando um aumento na temperatura retal das aves.

Os resultados do ITGU encontram-se na TAB. 2, na qual se verifica diferença significativa entre os tratamentos Tetra Pak® + papelão e papelão revestido com lona. O forro, por agir como segunda barreira física, permite a formação de uma camada de ar junto à cobertura, contribuindo na redução da transferência de calor para o interior da construção (ABREU *et al.*, 2001). Os resultados observado pelos autores confirmam os encontrados nesse trabalho, onde o tratamento de papelão revestido com lona obteve menor valor de ITGU, em relação ao tratamento Tetra Pak® + papelão, pelo fato da formação de camada isolante de ar entre a lona e o telhado, que atuou de forma a diminuir a incidência de radiação no interior do aviário móvel, diminuindo, assim, a temperatura do globo negro e, conseqüentemente, diminuindo o valor do ITGU. Mesmo com esse menor valor do ITGU, o tratamento papelão revestido com lona não alterou a homeostase térmica das aves. Verifica-se que os tratamentos apresentaram valores de ITGU acima da faixa indicativa de conforto térmico para aves, que são compreendidos entre 75 a 77 (CAMPOS, 1986; MATOS, 2001; FURTADO *et al.*, 2003; SARMENTO *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006; JÁCOME *et al.*, 2007). 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). Outro fator que pode ter colaborado com o aumento do ITGU, foi devido aos aviários móveis estarem com metade da cobertura, o que ocasionou maior

incidência de radiação no interior dos aviários, proporcionando elevação da temperatura de globo negro, acarretando um aumento no valor do ITGU.

Ao analisarem os efeitos ambientais sobre o desempenho produtivo de frangos de corte comerciais, criados em dois aviários com diferentes tipos de cobertura, Rocha *et al.* (2010) obtiveram valores para o ITGU semelhantes aos encontrados nesta pesquisa. Nazareno *et al.* (2009), avaliando o conforto térmico e o desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado, concluíram que frangos criados com valores de ITGU entorno 75 obtêm melhor desempenho. Por outro lado, Sarmiento *et al.* (2005), pesquisando instalações para frangos de corte, concluíram que, da terceira à sexta semana, os ambientes cujos valores do ITGU variaram acima de 77, afetaram o desempenho dos frangos, sendo considerados desconfortáveis para a produção. Medeiros *et al.* (2005) observaram que frangos criados em ambientes com ITGU variando de 69 a 77 mostraram-se normalmente dispersos, tranquilos e altamente produtivos.

Segundo as recomendações de Baêta e Souza (1997) e de Medeiros *et al.* (2005) a zona de conforto térmico para aves esta compreendida entre 22 e 27 °C. Assim, com base nos valores de TBS apresentados na TAB. 2 os tratamentos se mantiveram fora da faixa recomendada de conforto térmico para aves. As discordâncias acerca da temperatura ideal e de sua amplitude para as diferentes classes e os tipos de aves são resultado de muitos fatores que afetam a reação da ave frente às mudanças de ambiente (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Esses autores, pesquisando o efeito da temperatura ambiente e da UR sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 49 dias, concluíram que o ambiente de calor influenciou, negativamente, o consumo de ração e o ganho de peso das aves em todos os períodos estudados, mas esse efeito foi mais acentuado nas aves mantidas em ambiente de calor úmido (TBS de 32 °C e UR de 75%). Aves adultas criadas em faixas adequadas de umidade relativa (menores que 75%) suportam temperaturas acima de 27 °C, sem problemas (MOURA, 2001).

Considerando-se como referência o valor de $CTR = 532,91 \text{ W m}^{-2}$, indicado por Fiorelli *et al.* (2010) como indicativo de conforto térmico para um sistema de cobertura de telha reciclada à base de embalagens longa vida

(Tetra Pak®), observa-se que o valor encontrado nesta pesquisa para a mesma cobertura (TAB. 2) foi inferior ao encontrado por Fiorelli *et al.* (2010). Rocha *et al.* (2010) analisaram os efeitos ambientais sobre o desempenho produtivo de frangos de corte comerciais, criados em dois aviários, sendo um com cobertura de telha de cerâmica e outro coberto com telha de fibrocimento e obtiveram valores de CTR às 12 horas de $524,8 \text{ W m}^{-2}$ e $515,4 \text{ W m}^{-2}$, respectivamente.

Segundo HICKS (1973), para as aves, a faixa de UR considerada satisfatória para a melhor produção está situada entre 35 e 70%. Verifica-se que os tratamentos apresentaram valores de UR dentro da faixa considerada ideal (TAB. 2). Oliveira *et al.* (2006) observaram que o desempenho de frangos de corte criados na temperatura de $32 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e 40% de UR foi semelhante ao desempenho de frangos criados em ambiente de conforto.

4 CONCLUSÃO

A cobertura com papelão revestido com lona plástica proporciona melhor ambiente térmico para as aves, no entanto os tratamentos experimentais não alteram a homeostase térmica das aves.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. G.; BAÊTA, F. C.; SOARES, A. R.; ABREU, U. M. N.; MACIEL, N. F. Utilização de piso aquecido eletricamente na criação de aves. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 4, n. 12, p. 1-19, 1995.

ABREU, P. G. de.; ABREU, V. M. N.; DALLA COSTA, O. 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.

ALVES, S. P.; RODRIGUES, E. H. V. Sombreamento arbóreo e orientação de instalações avícolas. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 241-245, 2004.

ARENALES, M. C.; ROSSI, F. Criação orgânica de frangos de corte e aves de postura. Viçosa, MG, CPT, 2001.

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

BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; LÚCIO, C. G. Efeito do período de incubação e do intervalo entre o nascimento e o alojamento de pintos sobre o desempenho do frango. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 50, n. 3, p. 329-335, 1998.

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

BECKER, B. G. Comportamento das aves e sua aplicação prática. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002 Campinas. Anais... Campinas: Fundação APINCO de Tecnologia e Ciência Avícolas, 2002. p. 81-90.

BLOKHUIS, H. J.; HOPSTER, H.; GEVERINK, N. A.; KORTE, S. M.; REENEN, C. G. Studies of stress in farm animals. Comparative Haematology International, v. 8, n. 2, p. 94-101, 1998.

BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agricultural research. Agricultural Engineering, St. Joseph, MI. 1955. 10 p.

BOND, T. E.; KELLY, C. F.; GARRET, W. N.; HAHN, L. Evaluation of materials for livestock shades. California Agriculture, Berkeley, v.15, n.1, p. 7-8, 1961.

BRASIL. Ofício Circular DOI/DIPOA Nº 007/99, de 19 de maio de 1999. Normatização e Comercialização do Frango Caipira ou Frango Colonial,

também denominado "Frango Tipo ou Estilo Caipira" ou "Tipo ou Estilo Colonial". MAPA, Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 maio 1999.

BROWN BRANDL, T. M.; YANAGI, T. JR.; XIN, H.; GATES, R. S.; BUCKLIN, R. A.; ROSS, G. S. A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. *Applied Engineering in Agriculture*, St. Joseph, v. 19, n. 5, p. 583-589, 2003.

BUFFINGTON, D. E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PIT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 24, n. 3, p. 711-14, 1981.

CAMERINI, N. L.; MENDES, L. B.; MOTA, J. K. M.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Avaliação de instrumentos agrometeorológicos alternativos para o monitoramento da ambiência em galpões avícolas. *Engenharia na agricultura*, Viçosa - MG, v. 19, n. 2. p. 125-131, 2011.

CAMPOS, A. T. Determinação de índices de conforto térmico e da carga de térmica radiação em quatro tipos de galpões, em condições de verão para Viçosa. 1986. 66 p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.

CANGAR, O.; AERTS, J. M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. *Poultry Science*, Champaign, v. 87, p. 2493-2499, 2008.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova Extensão Rural. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 1, n. 1, p. 16-37, 2000.

COSTA E. C. *Arquitetura Ecológica: condicionamento térmico natural*. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher. 1982. 264 p.

CURTIS, S. E. *Environmental management in animal agriculture*. Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.

DAHLKE, F.; GONZALES, E.; GADELHA, A. C.; MAIORKA, A.; BORGES, S. A.; ROSA, P. S.; FILHO, D. E. F.; FURLAN, R. L. Feathering, triiodothyronine and thyroxine plasma levels and body temperature of two broiler lines raised under different temperatures. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 664-670, 2005.

ELSON, H. A. Environmental Factors and Reproduction. In: AUSTIC, R. E; MALDEN C. NESHEIM (Ed). *Poultry Production*, Philadelphia : Lea e Febiger, 1995. p. 389-409.

ESMAY, M. L. *Principles of animal environment*. 2. ed. Westport: CT Abi, 1979. 325p.

ESMAY, M. L. Principles of animal environment. Environmental Engineering in Agriculture and Food Series. The AVI Publishing Company, 1979. 325 p.

FALCO, J. E. Bioclimatologia Animal. Lavras: UFLA, 1997. 57 p.

FARIA FILHO, D. E. Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente. 2003. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2003.

FARIA FILHO, D. E.; VELOSO, A. L. C.; MATOS JÚNIOR, J. B.; FERNANDES, V.; DIAS, A. N. Criação Agroecológica de Aves em Aviários Móveis. Produção Animal - Avicultura, v. 49, p. 70-74, 2011.

FERNANDES, V.; DIAS, A. N.; BUENO, C. F. D.; CRUZ, G. M.; BARBOSA, G. R.; MATOS JÚNIOR, J. B.; CAMPOS, R. R.; DIAS, V. B.; CARNEIRO, W. A.; FARIA FILHO, D. E. Efeito da Cobertura do Bebedouro de Aviários Móveis Sobre a Temperatura da Água. In: XIX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFMG, 2010. Anais... Montes Claros, 2011.

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

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.

FIORELLI, J.; MORCELI, J. A. B.; VAZ, R. I.; DIAS, A. A. Influência de diferentes materiais de cobertura no conforto térmico de instalações para frangos de corte no oeste paulista. Engenharia Agrícola, Jaboticabal v. 30, n. 5, p. 986-992, 2010.

FONSECA, J. M. Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho de frangos de corte criados em sistemas de nebulização e ventilação em túnel. 1998. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FONSECA, P. C. F. Efeito do manejo de cobertura sobre índice de conforto térmico, variáveis fisiológicas e desempenho de bezerros leiteiros. 2010. 55 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2010.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; MORAES, V. M. B.; Malheiros, R. D.; MALHEIROS, E. B.; SECATO, E. R. Alterações hematológicas e gasométricas em diferentes linhagens de frangos de corte submetidos ao

estresse calórico agudo. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.1, n. 1, p.77-84, 1999.

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.

FRASER, A. F. World animal science, A, Basic information. 5. ed. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1985. 500 p.

FRASER, D. The "new perception" of animal agriculture: legless cows, featherless chickens and a need for genuine analysis. Journal of Animal Science, v. 79, n. 3, p. 634-641, 2001.

GESSULLI, O. P. Avicultura Alternativa - Caipira, OPG Editores Ltda, Porto Feliz SP, 1999, 217 p.

GOMES, A.; MACHADO, A. S.; GUELBER SALES, M. N.; SILVA, V. Integração de aves com lavouras na transição agroecológica da agricultura familiar: relato de experiência em Jaguaré, Espírito Santo. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 2, n. 2, p. 867-871, 2007.

GOMES, C. A. V.; FURTADO, D. A.; MEDEIROS, A. N.; SILVA, D. S.; PIMENTA FILHO, E. C.; LIMA JUNIOR, V. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, n. 2, p. 213-219, 2008.

GOMES, J. S. Tela de sombreamento e pintura em telhados de modelos reduzidos de galpões avícolas. 2010. 66 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2010.

GUELBER SALES, M. N. Criação de galinhas em sistemas agroecológicos. Vitória: Incaper, 2005. 284 p.

GUELBER SALES, M. N. Emprego do trator de galinhas na criação de frango de corte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 4., 2006, Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte: Emater, 2006.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade, UFRGS, 2001. 653p.

HARDY, R. N. Temperatura e vida animal. 2. ed. São Paulo: EPU/EDUSP, 1981. 91 p.

HELLMEISTER FILHO, P.; MENTEN, J. F. M.; SILVA, M. A. N.; COELHO, A. A. D.; SAVINO V. J. M. Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1883-1889, 2003.

HICKS, F. W. Influencia do ambiente no desempenho de aves. Avicultura Brasileira, v. 30, n. 7, p. 75-76, 1973.

HOOREBEKE, S. V., IMMERSEEL, F. V., SCHULZ, J. Determination of the within and between flock prevalence and identification of risk factors for *Salmonella* infections in laying hens flock housed in conventional and alternative systems . Preventive Veterinary Medicine, v. 94, p. 94-100, 2010.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Estresse, fatores estressores e bem-estar na criação animal, 2000, Florianópolis. In: XVIII ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA. FLORIANÓPOLIS. Anais... Florianópolis, SC: Sociedade Brasileira de Etologia, 2000. p. 25.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Bem-estar animal na agricultura do século XXI. Revista de Etologia, v. 6, n. 1, p. 3-16, 2004.

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. 55, p. 527-531, 2007.

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

KAWABATA, C. Y.; CASTRO, R. C.; SAVASTANO JÚNIOR, H. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. Engenharia Agrícola, v. 25, n. 3, p. 598-607, 2005.

LEE, A.; FOREMAN, P. Chicken tractor: The permacultura guide to happy hens and healthy soil. 7. ed. Good Earth Publications, 1999. 318 p.

LITTELL, R. C.; STROUP, W. W.; FREUND, R. J. SAS For Linear Models. SAS Institute, 2002. Fourth edition, SAS Institute Inc, Cary, NC. 466 p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L. Ambiente na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I. J. (Ed.) Ambiente na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, 2001. cap. 2, p. 31-87.

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

MACHADO FILHO, L. C. P.; HÖTZEL, M. J. Bem-Estar dos suínos. IN: 5º SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 2000, São Paulo, 2000. Anais ... São Paulo, 2000. v. 5. p. 70-82.

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

MATOS, M. L. Conforto térmico ambiente e desempenho de frangos de corte, alojados em dois níveis de alta densidade, em galpões com sistemas de ventilação em túnel e ventilação lateral. 2001. 89p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. Bioclimatologia animal. Seropédica: UFRRJ, 1997. 126 p.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F. T.; 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, 277-286, 2005.

MELO, S. S.; DIAS, A. N.; VELOSO, A. L. C.; RIBEIRO, H. O. C.; AZEVEDO, L. A.; ALVES, J. J. M.; MATOS JÚNIOR, J. B.; MARQUES, P. B.; DIAS, V. B.; FERNANDES, V.; CARNEIRO, W. A.; GLÓRIA, J. R.; FARIA FILHO, D. E. Desenvolvimento da Carcaça de Frangos de Corte da Linhagem Label Rouge Criados em Aviários Móveis. In: XX SEMANA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFMG, 2011. Anais... Montes Claros, 2011.

MELTZER, A. Acclimatization to ambient temperature and its nutritional consequences. World's Poultry Science Journal, Ithaca, v. 43, p. 33-44, 1987.

MENEGALI, I.; TINÔCO, L. F. F.; 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.

MOLENTO, C. F. M. Ensino de bem-estar animal nos cursos de medicina veterinária e zootecnia. Ciência Veterinária nos Trópicos, Recife - PE, v. 11, supl. 1, p. 6-12, 2008.

MOLLISON, B.; SALAY, R. M. Introdução a permacultura. Brasília: revista do conselho MA/SDR/PNFC, 1998. 204 p.

MORAES, S. R. P. Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, para diferentes coberturas, durante o verão. 1999. 73 p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

MOURA, D. J. Ambiente na avicultura de corte. In: Silva, I. J. O, 1., 2001, Ambiente na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, 2001 p. 75-149.

MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; SILVA, R. B. T. R.; CAMARGO, G. A. Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v. 8, n. 1, p. 137-148, 2006.

NÄÄS, I. A. Princípios de conforto térmico na produção animal. São Paulo: Ícone Ed., 1989. p.183.

NÄÄS, I. A.; MOURA, D. J.; LAGANÁ, C. A. A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995. Anais... Campinas, Facta, P. 203-204.

NÄÄS, 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 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010.

NAZARENO, A. C. Influência de diferentes sistemas de criação na produção de frangos de corte industrial com ênfase no bem-estar animal. 2008. 100 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. 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.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Bem-estar na produção de frango de corte em diferentes sistemas de criação. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 13-22, 2011.

OLIVEIRA, J. L.; ESMAY, M. L. Systems model analysis of hot weather housing for livestock. American Society of Agricultural Engineers, Saint Joseph, p. 1-17, 1981. Paper 81-4561.

OLIVEIRA, P. A. V. Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995. Anais... Campinas, Facta. p. 297- 298.

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

PADILHA, J. A. S.; TOLÊDO FILHO, R. D.; LIMA, LIMA, P. R. L.; JOSEPH, K.; LEAL, A. F. Argamassa leve reforçada com polpa de sisal: compósito de baixa condutividade térmica para uso em edificações rurais. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 21, n.1. p. 1-11, 2001.

PAULUS, G.; MÜLLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. Agroecologia Aplicada: Práticas e métodos para uma agricultura de Base Ecológica, 2000. 390 p.

PEIXOTO, R. A. F. Desenvolvimento de placas de concreto leve de argila expandida aplicadas a coberturas de instalações para produção animal. 2004. 157p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

PEREIRA, A. K. Fatores térmicos ambientais e qualidade do ar no desempenho produtivo de frangos de corte criados em alta densidade sob sistemas de ventilação positiva. 2006. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

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

PIASENTIN, J. A. Conforto medido pelo índice de temperatura de globo e umidade na produção de frango de corte para dois tipos de piso em Viçosa - MG. 1984. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

PIRES, S. R. M.; TINÔCO, I. F. F.; COSTA, F. B.; CECON, P. R. Conforto térmico em galpões avícolas sob coberturas de cimentos-amianto e suas diferentes associações. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 3, n. 1, p. 89-92, 1999.

RICHARDS, S. A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. *Journal of Physiology, Cambridge*, v. 216, p. 1-10, 1971.

RIVERO, R. O. *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural*. 2. ed. Porto Alegre: D. C. Luzzato, 1986. 240 p.

ROCHA, H. P.; FURTADO, D. A. J.; NASCIMENTO, 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*. 1984. 77 p. 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.

SANTOS, A. C.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; CARDOSO, R. M. Análise de diferentes bezerreiros individuais móveis, para região de Viçosa. *Engenharia na Agricultura, Viçosa*, v. 2, n. 7, p. 1-8, 1993.

SANTOS, J. B. *Sistema de produção de frangos de corte caipira com piquetes enriquecidos e sua influência no bem-estar animal e desempenho zootécnico*. 2009. 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SANTOS, P. A.; BAÊTA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. *Revista Ceres, Viçosa - MG*, v. 56, n. 2, p. 172-180, 2009.

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, Areia*, v. 26, n. 2, p. 152-159, 2005.

SAVASTANO JUNIOR, H.; DA SILVA, I. J. O.; LUZ, P. H. C.; FARIA, D. E. Desempenho térmico de alguns materiais de coberturas em aviários. *Engenharia Rural, Piracicaba*, v. 8, n. 1, p. 1-11, 1997.

SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J.; DRUYAN, S.; YAHAV, S. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. *Poultry Science, Champaign*, v. 86, p. 2200-2209, 2007.

SILVA, R. D. M.; NAKANO, M. Sistema caipira de criação de galinhas. Piracicaba, 1998. 110 p.

SILVA, R. G. Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.

SILVA, I. J. O. Manejo do ambiente para minimizar o calor sobre aves de postura. In: FCAV/Unesp Jaboticabal (Org.). II Curso de atualização em avicultura para postura comercial. Jaboticabal, 2005. p. 141-175.

SILVA, I. J. O.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, M. A. N.; PIEDADE, S. M. S. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1439-1446, 2006.

SPOSTO, R. M.; KOMENO, M. H.; KRUGER, E. L. Viabilidade energético-econômica de habitações de interesse social em Brasília com uso de blocos de concreto e entulho. Revista Escola de Minas, v. 60, n. 3, p. 519-524, 2007.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C.; PELÍCIA, K.; GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; QUINTEIRO, R. R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 58, n. 4, p. 624-632, 2006.

TEIXEIRA, V. H. Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG. 1983. 59p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.

TEIXEIRA, V. H. Construções e ambiência para suínos. Lavras: UFLA/FAEP, 2004. 47 p.

TETRA PAK®. Disponível em: <<http://campaign.tetrapak.com/lifeofapackage/br/>>. Acesso em: 10 jul. 2011.

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

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

TURCO, S. H. N.; BAÊTA, F. C.; COSTA, P. M. A.; CARDOSO, R. M.; CECON, P. R. Modificações das condições ambientais de verão em maternidades de suínos. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 3, n. 11, p. 1-12, 1994.

VELOSO, A. L. C. Trator de galinhas associado a produção de alface. 2010. 75p Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2010.

YAGLOU, C. P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. A. M. A. Archives of Industrial Health, Chicago, v. 16, n. 4 p. 302-316, 1957.

YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, G. S.; TEIXEIRA, V. H.; XIN, H. Prediction of black globe humidity index in poultry buildings. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 6., 2001, Louisville. Proceedings. Louisville: ASAE, 2001. p. 482-9.

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, Campina Grande, v. 3, n. 3, p. 361-366, 1999.

ANEXO A – Certificado do CETEA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
- CETEA -

CERTIFICADO

Certificamos que o **Protocolo nº 234/2011**, relativo ao projeto intitulado ***'Avaliação de diferentes materiais para construção do telhado de aviários móveis sobre o ambiente térmico e o comportamento das aves'***, que tem como responsável(is) **Daniel Emygdio de Faria Filho**, está(ão) de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG)**, tendo sido aprovado na reunião de **28/09/2011**.

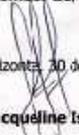
Este certificado expira-se em **28/09/2015**.

CERTIFICATE

We hereby certify that the **Protocol nº 234/2011**, related to the project entitled ***'Evaluation of different materials for the roof of avian mobiles on thermal environmental and behavior of poultry'***, under the supervisors of **Daniel Emygdio de Faria Filho**, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the **Ethics Committee in Animal Experimentation (CETEA/UFMG)**, and was approved in **September 28, 2011**.

This certificate expires in **September 28, 2015**.

Belo Horizonte, 30 de Setembro de 2011.


Profª. Jacqueline Isaura Alvarez-Leite
Coordenadora do CETEA/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha
Unidade Administrativa II - 2º Andar Sala 2006
31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil
Telefone: (31) 3489-4516
www.ufmg.br/etica/cetea - cetea@ufmg.br

(Mod.Cet. v1.0)