



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**EFEITO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURA NO
AMBIENTE INTERNO DE MODELOS REDUZIDOS DE GALPÕES
AVÍCOLAS (FRANGOS DE CORTE)**

MARIANA GUEDES DA SILVA

Brasília - DF

Junho/2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

MARIANA GUEDES DA SILVA

**EFEITO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURA NO
AMBIENTE INTERNO DE MODELOS REDUZIDOS DE GALPÕES
AVÍCOLAS (FRANGOS DE CORTE)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina
Veterinária da Universidade de Brasília - UnB,
como requisito parcial para a obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Professor Dr. Samuel Martin

Brasília - DF
Junho/2014

MARIANA GUEDES DA SILVA

**EFEITO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURA NO
AMBIENTE INTERNO DE MODELOS REDUZIDOS DE GALPÕES
AVÍCOLAS (FRANGOS DE CORTE)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina
Veterinária da Universidade de Brasília - UnB,
como requisito parcial para a obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Professor Dr. Samuel Martin

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 13/06/2014

Prof. Samuel Martin
Universidade de Brasília – UnB
Orientador

Prof. Antônio Carlos Felix Ribeiro
Universidade de Brasília – UnB
Examinador Interno

Wendy Fonseca Ataide
Eng. Agrícola
Examinador Externo

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”. (Madre Teresa de Calcutá)

AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele.

Aos meus pais, em especial minha mãe que não mediu esforços para tornar essa graduação mais fácil. Obrigada por nunca desistir de mim.

Ao professor Samuel Martin, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia.

Ao amigo Carlos Eduardo companheiro de trabalho, pela amizade, carinho e altruísmo. Sem ele a conclusão deste trabalho não seria possível.

À amiga Fernanda Maria, pelo companheirismo durante todo o curso e pela amizade sincera.

Ao namorado Érico Vinicius, pelo incentivo ao estudo, carinho e companheirismo.

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento desta monografia.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação esquemática da zona de termoneutralidade (Adaptado de BACCARI JÚNIOR, 1998).....	5
Figura 2: Representação gráfica dos modelos reduzidos por meio de uma planta baixa e corte vertical, indicando a inclinação do telhado de (a) 30° e (b) 15°.....	10
Figura 3: Detalhes construtivos dos modelos (a) e (b).	10
Figura 4: Modelos alocados em campo com telha de cerâmica (a), telha de alumínio(b), telha de onduline (c).....	12
Figura 5: Imagens coletadas durante a alocação dos modelos reduzidos a campo	13
Figura 6: Detalhe de montagem do experimento.....	13
Figura 7: Representação dos aparelhos nos modelos	14
Figura 8: Estação meteorológica	15
Figura 9: Médias de índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), em função dos horários de observações para os tratamentos e o ambiente externo aos modelos.	19
Figura 10: Médias de carga térmica radiante (CTR), em função dos horários de observações para os tratamentos e o ambiente externo aos modelos.....	20

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Descrição dos tratamentos	11
Tabela 2: Análise de variância referente ao efeito dos tratamentos (telhas de cerâmica, alumínio e onduline) e aos horários de medição	17
Tabela 3: Valores médios do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) ¹	18

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELA.....	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Comportamento animal.....	3
2.2 Sistemas termorreguladores	4
2.3 Coberturas	5
2.4 Uso de modelos reduzidos	6
2.5 Índices de conforto térmico	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 O local, os modelos e os tratamentos.....	9
3.2 Instrumentação e coleta de dados	13
3.3 Índices de conforto térmico	16
3.4 Análise estatística	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

RESUMO

Neste estudo objetivou-se avaliar o uso de diferentes materiais de cobertura, em modelos reduzidos (escala 1:10) de galpões avícolas de frango de corte, a partir da análise dos índices de conforto térmico. O conforto térmico foi avaliado por meio do Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e da carga térmica radiante (CTR) em 3 diferentes materiais de cobertura: telha cerâmica, alumínio e telha de fibra vegetal - asfáltica (reciclada), além da comparação do ambiente interno aos modelos com o ambiente externo que compreende uma estação meteorológica. Para a análise de dados foi utilizado o delineamento de blocos casualizados (DBC) e as médias de ITGU e CTR para os tratamentos foram comparadas por meio do teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. Conclui-se que os melhores resultados observados, tanto para ITGU quanto para CTR, foram no tratamento em que se utilizou telha de cerâmica, indicando sua recomendação técnica para aviários na região de Brasília – DF.

Palavras-chave: conforto animal, ambiência animal, material de coberturas

ABSTRACT

The main purpose of this study is evaluate the use of different roofing materials, in reduced models (1:10 scale) of broiler barns, based on thermal comfort indexes. The thermal comfort was evaluated through the black globe temperature and humidity Index (BGHI) and the thermal Heat Load (THL) in the following roofing materials: ceramic tile, aluminum and plant fiber tile - Asphaltic (recycled), besides the comparison of the internal environment to the external environment models, which comprises a weather station. For data analysis a randomized block design (RBD) approach was used, while the averages of the BGHI and the THL for the treatments were compared using the Skott - Knott test at 5 % probability. It follows that the best result for both BGHI and THL indexes was found in the CE30 treatment - based on the use of ceramic tiles - which is recommended for poultry farmers in Brasilia - DF.

Keywords: cow comfort, animal ambience, roofing materials

1. INTRODUÇÃO

A avicultura é a atividade que possui o maior e mais avançado acervo tecnológico dentre o setor agropecuário brasileiro. Os grandes progressos em genética, nutrição, manejo e sanidade verificadas nas últimas quatro décadas transformaram o empreendimento num verdadeiro complexo econômico, traduzido por uma grande indústria de produção de proteína de origem animal. Contudo, ao grande crescimento das fronteiras mercadológicas e ao extraordinário progresso científico verificado na avicultura, contrapõe-se a pouca atenção que se deu, até recentemente, às técnicas de alojamento e, efetivamente, ao ambiente de criação das aves (TINOCO, 2001).

Dentre os fatores que implicam para a máxima expressão do potencial produtivo das aves (animais homeotermos), as condições térmicas do ambiente onde os animais encontram-se alojados são de fundamental importância, afetando o seu balanço energético. Estas condições térmicas do ambiente são resultados da interação entre diversos fatores, como as variáveis climáticas locais, as características da construção e seus materiais construtivos, a quantidade de animais alojados e também o manejo da instalação. Daí a necessidade de opção pelo uso de tecnologias adequadas para o controle destes ambientes, sejam elas de aquecimento ou de resfriamento.

Não existe um tipo de instalação avícola que seja ideal no combate ao estresse por calor ou frio que possa ser adotado em todas as regiões do mundo, porque cada região climática impõe uma exigência própria de arranjos com vistas ao conforto térmico. Assim, até dentro de um mesmo país, são observadas situações muito diferentes. A exemplo disso, poderíamos citar o Brasil, que, devido ao seu grande território, possui extensas regiões de clima predominantemente quente o ano todo acompanhado de alta umidade relativa, outra permanentemente quente com baixa umidade e ainda extensas regiões com verões quentes e invernos frios. Conseqüentemente, será exigido um tipo de arquitetura diferente para cada uma dessas regiões (TINOCO, 2001).

Com a finalidade de se quantificar a influência das variáveis térmicas sobre o bem-estar animal, poder-se fazer uso dos índices de conforto térmico. Os índices para a avaliação do ambiente térmico mais utilizados são o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR). Como esclarecido por

SILVA (2008), tanto ITGU quanto CTR são índices biofísicos que levam em consideração fatores climáticos, além da temperatura do ar, como a umidade do ar, radiação, ventos, temperatura de ponto de orvalho, entre outros.

Portanto, é de fundamental importância o estudo prévio do efeito do uso de diferentes materiais construtivos (neste estudo os materiais de coberturas) sobre as condições internas das instalações, já que estes afetam o ambiente interno das instalações e conseqüentemente o conforto das aves.

Com o presente estudo objetivou-se estudar diferentes materiais de coberturas em modelos reduzidos de instalações avícolas, através do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Comportamento animal

Há vários estudos a cerca do comportamento do animal de produção. MOURA (2010), por exemplo, afirma em seu estudo que o animal tem seu comportamento fortemente influenciado pelo ambiente externo, onde se pode inferir que a resposta das aves referente às condições de temperatura e umidade relativa é diferente.

O desconforto térmico em aves e suas consequências é estudado e relatado a muitos anos atrás como visto em PAYNE (1967). O autor cita que o desconforto de aves de postura provoca uma série de consequências que, por sua vez, estão intimamente ligadas à queda no consumo de ração, á menor taxa de crescimento, ao maior consumo de água,á aceleração do ritmo cardíaco, á alteração da conversão alimentar, á queda na produção de ovos e a maior incidência de ovos com casca mole.

Segundo PEREIRA et al. (2002), durante o estresse térmico, as aves alteram seu comportamento para auxiliar na manutenção da temperatura corporal dentro de limites normais. Confirmando assim, a influência do ambiente na ingestão de água e ração pelas aves.

Para FERRANTE et al. (2001), o comportamento animal está ligado ao ambiente de criação e a melhora deste ambiente pode beneficiar a produção.

Segundo FERREIRA (2005), a temperatura ambiente ideal indicada para frango de corte, poedeiras e matrizes, poderá oscilar entre 15 e 28 °C, uma vez considerado que a temperatura interna das aves oscila entre 40 e 41 °C.

Em inúmeras regiões do mundo, a eficiência na produção de frangos de corte é afetada pelo estresse calórico. Seu efeito é economicamente significativo, apesar da duração variável desse estado de estresse ser dependente das condições ambientais. A temperatura corporal dos frangos aumenta com o consumo de alimentos, taxa de crescimento e eficiência alimentar (TEETER & BELAY, 1996).

2.2 Sistemas termorreguladores

As aves são animais classificados como homeotermos, pois apresentam a capacidade de manter a temperatura interna relativamente constante. Além disso, podem ser consideradas um sistema termodinâmico aberto, por estarem em troca constante de energia com o ambiente (BAÊTA & SOUZA, 2010).

Porem, este mecanismo possui maior eficiência quando a temperatura do ambiente encontra-se dentro de certos limites. As aves não se ajustam, perfeitamente, em extremos de temperatura, podendo, inclusive, ter a vida ameaçada. Dessa forma, é importante que estes animais sejam alojados em ambientes, onde seja possível o balanço térmico (RUTZ, 1994).

Segundo YOUSEF, (1985), quando os animais estão utilizando dos mecanismos termorreguladores para se ajustarem às condições de um ambiente ideal, sem sofrer estresse pelo frio ou calor, considera-se que estão dentro de uma faixa de temperatura chamada de Zona de Homeotermia (ZH)

Dentro desta Zona de Homeotermia existe uma faixa ótima de temperatura, onde o animal tem melhores condições ambientais para seu desenvolvimento e saúde, onde o custo fisiológico é mínimo que é chamada de Zona de Conforto Térmico (ZCT) ou Zona Termoneutra (ZT).

Conforme a Figura 1, dentro da zona de termoneutralidade, existe uma faixa menor que está representada pela letra A na figura, que é a faixa ótima para o desempenho e a saúde animal. Anterior e posterior à zona ótima (A) existem as zonas onde ocorrem pequenas perdas no desempenho (perdas normais de 1 a 2%), que está representada pela letra B. Na zona B não se justifica o investimento em manejo ambiental como, por exemplo, a construção de instalações especializadas. BACCARI JÚNIOR, 1998 afirma que a partir das temperaturas críticas inferior e superior, são caracterizadas as zonas de desconforto térmico animal por frio e por calor, respectivamente.

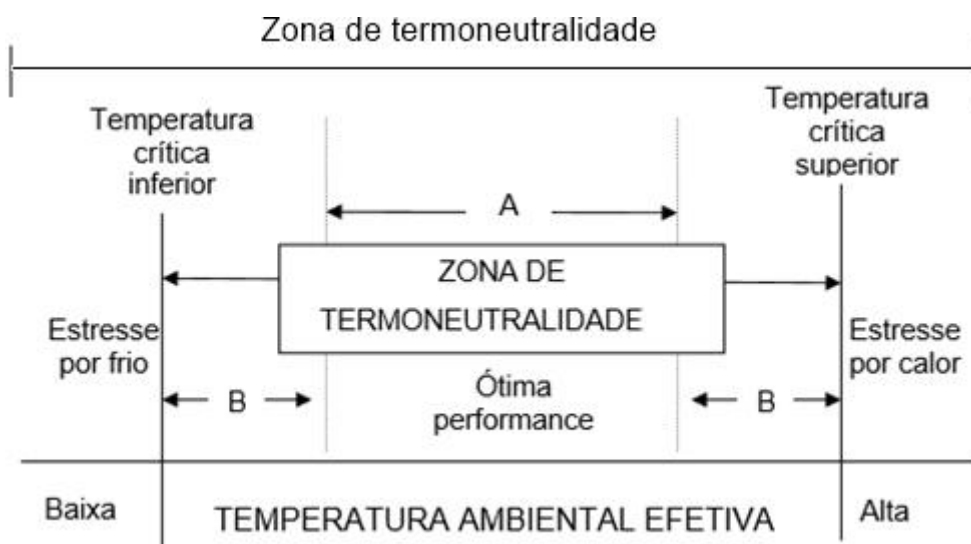


Figura 1: Representação esquemática da zona de termoneutralidade (Adaptado de BACCARI JÚNIOR, 1998).

2.3 Materiais de coberturas

Em países de clima tropical, como Brasil, os principais fatores limitantes para o bem estar das aves e para se alcançar uma alta produtividade, são os fatores ambientais, que incluem as altas temperaturas e a elevada umidade dentro das instalações, ocasionando estresse ao animal e, conseqüentemente, diminuição da produção (SOUSA, 2005).

Segundo ESMAY 1982, (citado por SILVA, 2001) o controle do calor no interior de uma instalação é dependente da forma como o mesmo é gerado e distribuído. O calor gerado pelas aves e aquele proveniente da radiação solar, são as duas fontes principais da influencia de calor no interior das instalações. No telhado, a radiação solar atua com maior intensidade, e a radiação é a variável mais importante, visto que o fluxo de calor que atravessa um telhado no pico máximo de calor é da ordem de cinco vezes mais que aquele do ambiente interno. O efeito da radiação na instalação pode ser controlado pelo isolamento térmico. O isolamento térmico é geralmente o meio mais eficiente e econômico de melhorar as condições ambientais de edificações em geral. Cabe salientar que, o material de construção adequado, pode provocar um isolamento térmico desejável.

As coberturas são responsáveis por promover um ambiente mais adequado à produção animal, proporcionando uma diminuição significativa na carga térmica de

radiação quando comparada a recebida pelo animal ao ar livre (BAÊTA e SOUZA, 2010).

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

CONCEIÇÃO et al. (2008) observou que boa parte das instalações utilizam telhas onduladas, como as de cimento amianto, por apresentarem custo inferior ao das telhas cerâmicas. Além disso, a construção é mais rápida, apresenta maior facilidade de limpeza, o que justifica a preferência desse tipo de cobertura (TCPO, 2008). Em países industrializados, o amianto tem sido banido da construção civil, por ser prejudicial à saúde, favorecendo o uso de fibras naturais em materiais que antes utilizavam o amianto como matéria prima (PICANÇO e GHAVAMI, 2008).

2.4 Uso de modelos reduzidos

A utilização de modelos físicos reduzidos, para avaliar diferentes materiais de cobertura, tem sido uma importante aliada na escolha dos melhores materiais para a criação intensiva de animais de produção, dentre os quais cita-se a avicultura. SANTOS et al. (2005), ao avaliar o ambiente térmico no interior de modelos avícolas em escala reduzida, com ventilação natural e artificial de coberturas feitas com telhas cerâmicas, concluíram que as coberturas com câmara de ventilação artificial e natural proporcionaram melhores ambientes térmicos. Assim também observaram FERREIRA JUNIOR et al. (2009), fazendo o uso de telhas de amianto.

A utilização de modelos reduzidos para a avaliação do comportamento térmico de projetos apresenta várias vantagens, como baixo custo de material, mão de obra e tempo envolvido. Outro fator importante é a possibilidade de melhoria do produto, uma vez que qualquer alteração para melhorar o desempenho do projeto pode ser realizada com maior facilidade (JENTZSCH, 2002).

2.5 Índices de conforto térmico

O homem vem estudando e tentando quantificar o ambiente térmico animal, utilizando correlações nas quais são empregadas as variáveis: temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação. Acreditava-se, a alguns anos atrás, que o conforto térmico animal era um problema secundário e que poderia ser resolvido com condicionamento artificial das instalações. Somente na última década a preocupação com o conforto térmico animal cresceu, principalmente em relação às respostas fisiológicas e aumento da eficiência produtiva (SILVA, 2001).

HOUGHTEN & YAGLOU (1923) iniciaram os estudos quando propuseram o Índice de Temperatura Efetiva – ITE, baseado na temperatura, umidade e velocidade do ar, usando humanos para comparar sensações térmicas instantâneas, experimentadas em diferentes ambientes. Do mesmo modo, diversos autores propuseram outros índices. Desses índices, o mais empregado até à década de 80 para avaliar o ambiente térmico animal foi o índice térmico Umidade (ITU) e na década de 90, o índice térmico do Globo Negro e Umidade; sendo que este último apresenta a vantagem de incorporar em um único valor, a temperatura de globo negro, os efeitos da temperatura do ar, umidade, ventilação e radiação.

O Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade, Carga Térmica de Radiação e Índice de Temperatura e Umidade são índices biofísicos utilizados atualmente e são calculados usando-se outros fatores climáticos além da temperatura do ar, como a umidade do ar, radiação, ventos, temperatura de ponto de orvalho, entre outros (SILVA, 2008). Assim, o ITGU é baseado nas medidas das temperaturas de globo negro, temperatura de ponto de orvalho e temperatura ambiente (BUFFINGTON et al., 1981).

No estudo da Carga térmica Radiante de um determinado ambiente é necessário conhecer a temperatura média radiante (TMR). A Temperatura Média Radiante nada mais é do que a temperatura correspondente ao fluxo radiante emitido pela atmosfera, admitida como corpo negro ao qual se aplica a lei de radiação de Stefan-Boltzman. A Carga Térmica de Radiação provê uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento, dando assim uma medida do conforto

térmico, desde que se suponha não haver trocas térmicas por evaporação entre o ambiente e o animal considerado (CONCEIÇÃO et al., 2008).

Estudos recentes mostram que é necessário reduzir, além da Carga térmica Radiante incidente sobre as coberturas, a Carga térmica radiante interna das instalações com materiais de cobertura que sejam bons refletores e bons absorventes (ABREU e ABREU, 2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 O local, os modelos e os tratamentos

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Limpa (FAL), área experimental da Universidade de Brasília, localizada em Brasília – DF, nas coordenadas 15°56'45"S 47°56'8"W e altitude média de 1.080m. De acordo com Köppen, em sua classificação do clima, a área em que foi localizado o experimento apresenta clima que corresponde ao tipo Aw - tropical úmido, com temperatura máxima de 28,5°C e mínima de 12°C e precipitação média anual de 1.500 mm, com uma pronunciada estação seca de Julho a Setembro.

Foram utilizados três modelos de galpões avícolas (em escala reduzida 1:10) baseando suas dimensões em galpões comerciais utilizados na avicultura de corte. Para cada modelo foi utilizado um diferente material de cobertura.

Os galpões avícolas comerciais utilizados na avicultura de corte apresentam, de uma maneira geral, largura de 12 metros, comprimento de 120 metros, pé-direito de 3,5 metros, espaçamento entre tesouras de 5 metros, beiral de 2 metros e muretas de 0,15 metros.

Com o processo de redução para a escala 1:10 as medidas dos modelos utilizadas foram: largura de 1,2 metros, comprimento de 1,5 metros – dever-se-ia utilizar 12 metros, entretanto foi utilizado 1,5 metros (equivalente a 3 módulos de 5m) conforme trabalhos de SANTOS et al. (2005) e FERREIRA JÚNIOR et al. (2009) - pé-direito de 0,35 metros, beiral de 0,20 metros e muretas de 1,5 cm. Os 3 modelos foram construídos fazendo-se uso de madeira compensada, de espessura de 10mm, como uso de parafusos para madeira e também de caibros de 3x3cm, tanto para fixação da madeira compensada como também para constituição do madeiramento de suporte para os materiais de cobertura. A representação gráfica e os detalhes construtivos dos modelos estão apresentados abaixo nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

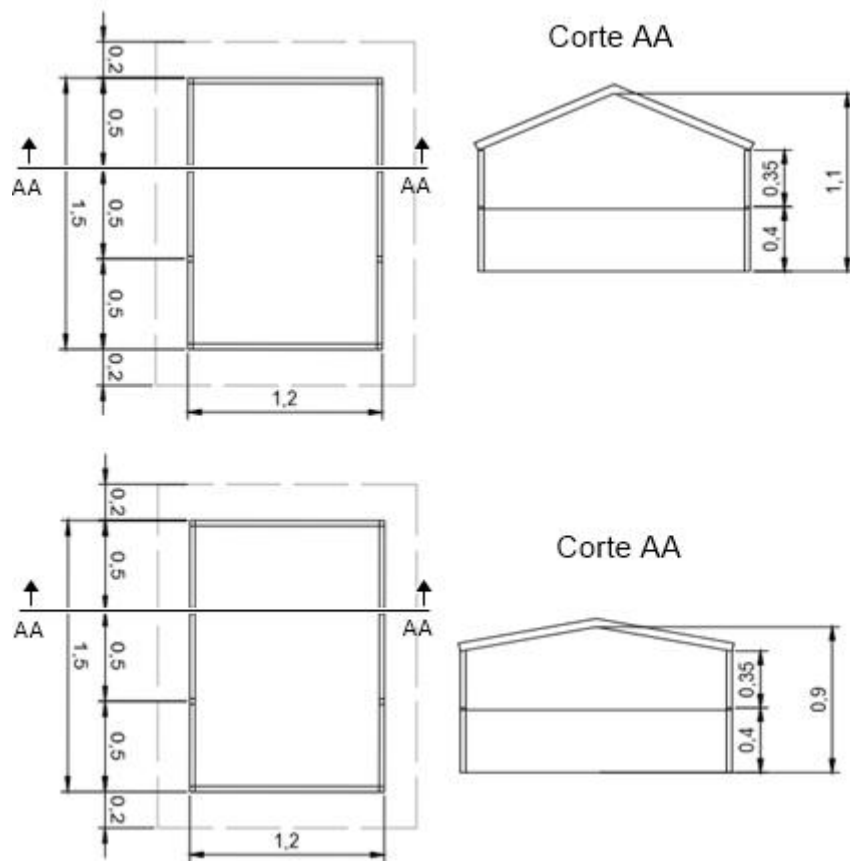


Figura 2: Representação gráfica dos modelos reduzidos por meio de uma planta baixa e corte transversal, indicando a inclinação do telhado de (a) 30° e (b) 15°.



(a)



(b)

Figura 3: Detalhes construtivos dos modelos (a) e (b).

As faces leste e oeste dos modelos foram fechadas, sendo que as laterais norte e sul ficaram abertas a partir de uma altura de 1,5 cm, que corresponde as muretas de 15 cm encontradas nos galpões comerciais, As telhas utilizadas foram: cerâmica, alumínio

e telha de fibra vegetal - asfáltica (reciclada), com as inclinações 30°, 15° e 15° respectivamente. As telhas escolhidas para uso neste estudo se deu pela facilidade de acesso a elas.

Foram definidos três tratamentos, conforme Tabela 1, além da coleta de dados no ambiente externo aos modelos. O acabamento dos modelos foi feito com o uso de tinta acrílica branca, solúvel em água, com duas demãos, aplicadas tanto na parte interna quanto na parte externa dos modelos.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS
CE30	Modelo reduzido com cobertura de telha de cerâmica tipo canal, com 30° de inclinação, 1,10 m de altura, 1,50m de comprimento, 1,20 m de largura e pé direito de 0,70 m.
AL15	Modelo reduzido com cobertura de telha de alumínio com 15° de inclinação, 1 m de altura 1,50m de comprimento, 1,20 m de largura e pé direito de 0,55 m.
ON15	Modelo reduzido com cobertura de telha onduline com 15° de 1 m de altura 1, 50m de comprimento, 1,20 m de largura e pé direito de 0,55 m.

Na figura 4 visualizam-se os modelos separadamente: de cerâmica (a), alumínio (b) e onduline (c), respectivamente.



(a)



(b)



(c)

Figura 4: Modelos reduzidos alocados em campo com telha de cerâmica (a), telha de alumínio(b), telha de onduline (c).

A área para a montagem do experimento foi determinada devido suas características de relevo, com baixa inclinação, além da presença de gramado e da ausência de vegetação arbustiva e ou arbórea circundantes, permitindo consequentemente, boa condição de ventilação sem possível sombreamento. Na Figura 5 visualiza-se a área determinada para alocação do experimento.



Figura 5: Imagem coletada durante a alocação dos modelos reduzidos a campo

Os modelos foram dispostos de forma não alinhada, orientados na direção leste/oeste conforme recomendado para regiões de clima quente e afastados aproximadamente 10m, conforme mostra a Figura 6.

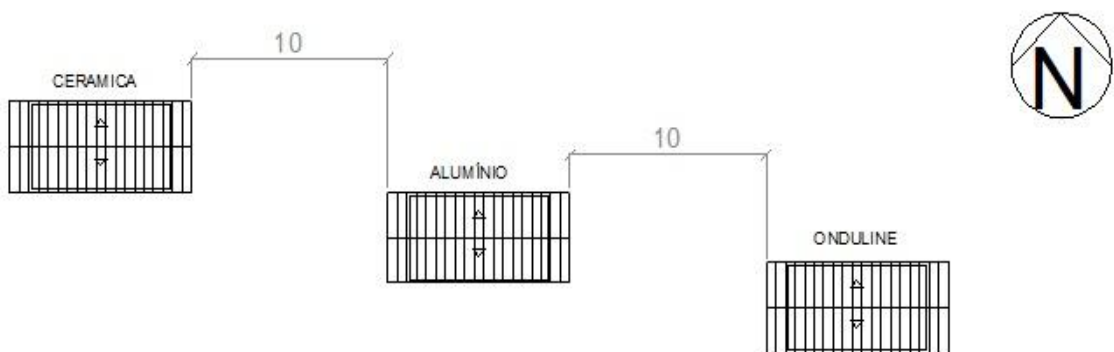


Figura 6: Detalhe de montagem do experimento.

3.2 Instrumentação e coleta de dados

Os instrumentos instalados internamente aos modelos reduzidos procuraram compreender uma área considerada útil dentro do aviário, representando a altura média das aves (cerca de 30 cm); os equipamentos de coleta de dados de temperatura do globo negro, temperatura do bulbo seco, umidade relativa do ar e velocidade do vento foram alocados com uma altura de 3 cm do piso dos modelos, para a equivalência mediante a

escala na qual os modelos foram construídos, além de estarem centralizados dentro das instalações para evitarem maiores interferências externas.

Para a medição de temperatura e umidade relativa do ar, dentro dos modelos reduzidos, foram utilizados registradores de temperatura e umidade – dataloggers – modelo HOBO U12-011, da marca Onset. Tal aparelho trabalha em uma faixa de temperatura entre -20°C a 70°C e umidade relativa do ar entre 5% a 95%, com resoluções respectivas de $0,03^{\circ}\text{C}$ e 0,03%.

Dentro de cada modelo foi posicionado um datalogger, programado para coletar dados de 5 em 5 minutos. Seu posicionamento foi centralizado e os mesmos sincronizados. Já os dados do ambiente externo aos modelos foram coletados por meio de uma estação meteorológica, com sensores da marca Vaissala, modelo HMP155, posicionados à altura de 2,14m.

Termopares do tipo K com bitola de 2x24, isolamento de PVC e dentro de uma faixa de leitura que varia entre -50°C a 1.650°C foram dispostos internamente aos globos negros, instalados dentro de cada modelo de galpão (com diâmetro de 5,08 cm), assim também como no globo negro posicionado no lado externo aos modelos (com diâmetro de 15,24 cm), ao lado da estação meteorológica e à uma altura de 1,50m. Também foi feito uso de um termômetro digital da marca Salvterm, modelo 1.200K, com faixa de leitura entre -50°C a 1.300°C (resolução de $0,1^{\circ}$). Na figura 7 há uma demonstração da disposição dos aparelhos dentro dos modelos.



Figura 7: Representação dos aparelhos nos modelos

Para a medida da velocidade do vento no ambiente externo aos modelos foi utilizado um anemômetro de caneca, posicionado na estação meteorológica, também de marca Vaissala e modelo WMS302, posicionado à altura de altura de 3,45m. Já para o interior dos modelos reduzidos a velocidade do vento foi medida através de um anemômetro de fio quente da marca Kimo, modelo VT100, com faixa de leitura entre 0,15 m/s a 3,0m/s, e resolução de 0,01m/s (este teve que ser movimentado a cada hora de leitura de um modelo para outro).

A coleta de dados do ambiente externo compreendeu uma estação meteorológica conforme demonstrado na Figura 8, onde na instrumentação, os equipamentos foram dispostos, para coleta de dados de temperatura do bulbo seco (tbs), temperatura do globo negro (tgn), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (vv).



Figura 8: Estação meteorológica

A coleta de dados foi executada nas horas mais quentes do dia, que compreende entre as 10 horas e as 16 horas do dia, com o intervalo de uma hora, resultando em sete coletas para cada dado coletado (velocidade do vento, temperatura, umidade, etc.). Estes dados foram utilizados na análise dos modelos por meio do ITGU e da CTR.

Todo o experimento foi executado entre os dias 08/03/2014 e 17/03/2014 que compreende a estação de verão na cidade de Brasília.

3.3 Índices de conforto térmico

A partir dos dados coletados, além da análise isolada de dados, foi calculado o ITGU e a CTR - conforme Equações 1, 2 e 3 também citadas por FERREIRA JUNIOR et al. (2009) e SANTOS et al. (2005) - tanto internamente quanto externamente aos modelos, a fim de se concluir sobre a utilização de diferentes coberturas e seu efeito no ambiente interno da instalação.

$$ITGU = tgn + 0,36tpo - 330,08 \quad (1)$$

em que ITGU = índice de temperatura do globo negro e umidade; tgn = temperatura do globo negro (K); e tpo = temperatura do ponto de orvalho (K).

$$CTR = \sigma(TMR)^4 \quad (2)$$

$$TMR = 100 \left[2,51 * (vv)^{0,5} * (tgn - ta) + \left(\frac{tgn}{100} \right)^4 \right]^{\frac{1}{4}} \quad (3)$$

em que CTR = carga térmica radiante (w.m^{-2}); σ = constante de Stefan-Boltzman, $5,67 \times 10^{-8}$ ($\text{w.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$); TMR = temperatura média radiante (K); vv = velocidade do vento, m.s^{-1} ; e ta = temperatura do ambiente (K).

3.4 Análise estatística

Neste estudo foi utilizado o delineamento de blocos casualizados (DBC). Para tanto, os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, com nove repetições (dias de medição), atribuindo às parcelas os modelos construídos em escala reduzida as diferentes coberturas e às subparcelas, os horários de medição. As médias de ITGU e CTR para os tratamentos foram comparadas por meio do teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, com o uso do programa Assistat 7.6 beta (SILVA e AZEVEDO, 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 visualiza-se a análise de variância para as variáveis ITGU e CTR ($W.m^{-2}$), correspondentes aos tratamentos e horários de medição.

Tabela 2: Análise de variância referente ao efeito dos tratamentos (telhas de cerâmica, alumínio e onduline) e aos horários de medição

FV	GL	Quadrados Médios	
		ITGU	CTR ($W.m^{-2}$)
Blocos	8	66,57**	1217,59**
Tratamentos (a)	2	13,61**	679,53**
Erro (a)	16	0,54	59,66
Horários (b)	6	51,75**	3194,85**
Tratamentos x horários	12	1,68 ^{ns}	176,83 ^{ns}
Erro (b)	144	3,65	188,19
CV (%) Erro (a)		0,96	1,69
CV (%) Erro (b)		2,51	3,00

**significativo a 1% de probabilidade; ns não significativo.

Com estes dados, verificou-se que tanto para o ITGU quanto para a CTR houve diferença significativa ($p < 0,01$) para os fatores tratamentos e horários de medição. Verificou-se, entretanto, que não houve diferença significativa para a interação tratamento x horário ($p > 0,05$). Conforme apresentado na Tabela 3, os melhores índices encontrados no experimento quanto a ITGU foram observados no tratamento CE30, em que se utilizou telha de cerâmica e inclinação de 30°. Quanto a CTR, o tratamento que obteve melhores condições térmicas foi também o que utilizou telha de cerâmica.

Tabela 3: Valores médios do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR)¹

Tratamentos	ITGU	CTR (W.m ⁻²)
CE30	75,65 a	453,09 a
AL15	76,19 b	459,39 b
ON15	76,57 c	457,86 b

¹ As médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, para ITGU e CTR, não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

As piores condições térmicas tanto para ITGU quanto para CTR foram encontradas no tratamento ON15, que se utilizou telha do tipo onduline e inclinação de 15°. Isto também foi verificado por CARDOSO et al. (2011) que observou nos ambientes térmicos internos propiciados pelas coberturas de telhas onduline valores de ITGU acima dos observados para a cobertura cerâmica.

TEIXEIRA (1983) concluiu que ambientes cujos valores de ITGU variaram entre 65 e 77 não afetaram o desempenho dos frangos de corte. Porém, BAETA & SOUZA (2010) caracterizam uma situação de perigo para valores de ITGU acima de 75, o que confere com os valores encontrados nos tratamentos AL15 e ON15, podendo ocasionar desconforto térmico.

Neste contexto, observa-se que para a região em que foram testadas as telhas, a telha cerâmica difere estatisticamente das demais tanto para o ITGU quanto para a CTR, indicando sua superioridade e sua recomendação técnica de utilização.

Já as demais telhas, de alumínio e a onduline, não apresentaram diferença estatística quando o índice avaliado foi a CTR, apesar de a maior média ser observada para a telha de alumínio, indicando sua maior capacidade de transmitir energia na forma de radiação, em relação a telha asfáltica (onduline). Já ao se comparar o ITGU entre as telhas de alumínio e a onduline, observa-se maior média para a telha onduline, provavelmente pelo fato desta telha apresentar cor escura e ter maior espessura que a telha de alumínio, além da sua composição asfáltica em comparação com a telha metálica.

JÁCOME et al. (2007) avaliaram o ITGU e a CTR em galpões para poedeiras, cobertos com diferentes tipos de telha, localizados no nordeste do Brasil. Como resultado, os autores observaram que nos horários mais quentes a cobertura de telha cerâmica apresentou menor CTR quando comparada com os galpões cobertos com telha de cimento amianto e finalizaram citando que a telha cerâmica proporciona melhor conforto térmico para criação de frango de postura.

Nas Figuras 9 e 10 apresenta-se o comportamento médio de ITGU e CTR em função dos horários de medição, para os dados obtidos para os tratamentos e para os dados obtidos externamente aos modelos (ambiente).

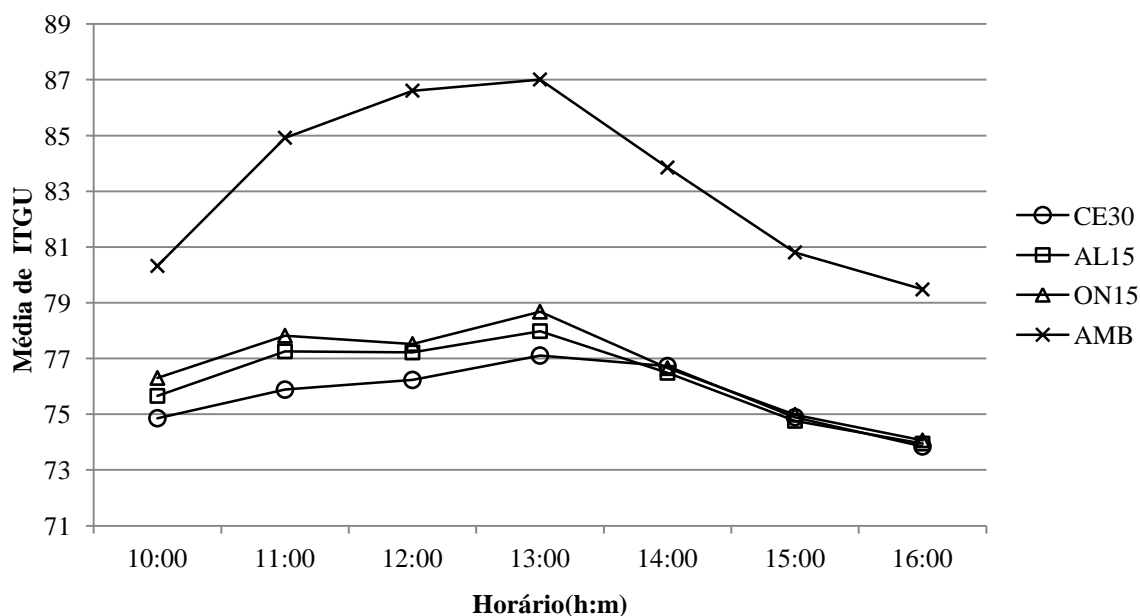


Figura 9: Médias de índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), em função dos horários de observações para os tratamentos e o ambiente externo aos modelos.

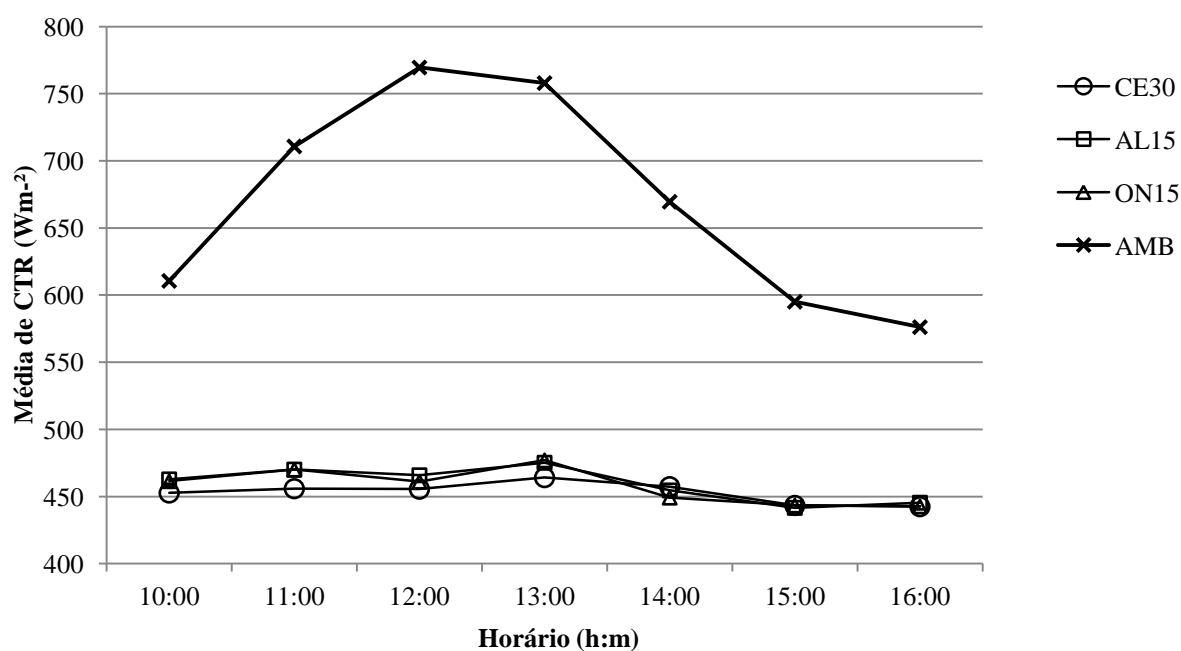


Figura 10: Médias de carga térmica radiante (CTR), em função dos horários de observações para os tratamentos e o ambiente externo aos modelos.

A partir destes dados de média pode-se observar que o comportamento dos modelos foram bastante semelhantes ao longo do dia, nos horários de medição, para o ITGU e a CTR.

MEDEIROS et al. (2005) constataram uma faixa de ITGU de 78 a 88 para ambientes considerados quentes e ITGU de 69 a 77 para ambientes considerados confortáveis para frango de corte. Com isso pode-se perceber que o tratamento CE30 ficou dentro dos limites de conforto em todos os horários do dia.

Ao analisar o ambiente externo, os valores encontrados de ITGU e CTR foram relativamente maiores, sendo que isto se deve ao fato de que o globo negro se encontrava exposto ao sol, sem cobertura. A partir disto observa-se a importância do uso de coberturas, uma vez que empregado o seu uso haverá redução na incidência de radiação solar e conseqüente melhores condições de conforto térmico aos animais.

5. CONCLUSÕES

A partir das análises realizadas, conclui-se que os melhores resultados obtidos, tanto para ITGU quanto para CTR, foram no tratamento CE30, em que se utilizou telha de cerâmica, indicando sua recomendação técnica para aviários na região de Brasília – DF.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BACCARI JÚNIOR, F. **Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes.** In: **Congresso Brasileiro de Biometeorologia**, 2., Goiânia, 1998. Anais... Goiânia: SBMet, p. 136-161, 1998.

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

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. **Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows.** *Transaction of the ASAE*. Amsterdam, v.24, p.711-714, 1981.

CARDOSO, A.S.; BAÊTA, F.C.; TINOCO, I.F.F.; CARDOSO SILVA, V.A. **Coberturas com materiais alternativos de instalações de produção animal com vistas ao conforto animal.** *Engenharia na agricultura, Viçosa-MG*. v. 19, n. 5, p 404-421

CONCEIÇÃO, M. N.; ALVES, S.P.; TELATIN JÚNIOR, A.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S. M.S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; TONOLI, G. **Desempenho de telhas de escória de alto forno e fibras vegetais em protótipos de galpões.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v.12, n.5, p.536-539, 2008.

FERRANTE, V. et al. **Behaviour reactions, semen quality and testosterone levels in cocks: genetic implications.** *Animal Welfare*, v.10, n.3, p.269 - 279, 2001.

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

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

HOUGHTEN, F.C.; YAGLOU, C.P. **Determining lines of equal comfort.** *ASHVE Transaction, St. Joseph*, v.29, n.4, p.163-176, 1923.

JÁCOME, I. M. T. D.; Furtado, D. A.; Leal, A. F.; Silva, J. H. V.; Moura, J. F. P. **Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.5, p.527-531, 2007.

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

MEDEIROS, Carlos Moisés; BAÊTA Fernando da Costa; OLIVEIRA, Rita Flávia Miranda; TINÔCO, Ilda de Fátima Ferreira; ALBINO, Luiz Fernando Teixeira; CECON, Paulo Roberto. **Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.13, n.4, 2005

MOURA, Daniella Jorge de et al. **Strategies and facilities in order to improve animal welfare**. R. Bras. Zootec. [online]. 2010, vol.39, suppl., pp. 311-316.

PAYNE, G.C. *Environmental temperature and egg production: the physiology of the domestic fowl*. Edinburgh: Horton-Smith, 1967. p.235-41.

PEREIRA, D. F. et al. **Determinação de um padrão de uso de bebedouro em função da temperatura para matrizes pesadas**. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas/SP, Suplemento 4, p.79, 2002.

PICANÇO, S.M.; GHAVAMI, K. **Comportamento à compressão de argamassas reforçadas com fibra vegetal da Amazônia**. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, março, v.61, n.1, p. 13-18, 2008.

RUTZ, F. **Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves**. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, São Paulo. Anais..., São Paulo: FACTA, 1994. p.99-136.

SANTOS, P.A.; YAHAGI JUNIOR, T.; TEIXEIRA, V.H.; FERREIRA, L. **Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal - SP. v. 25, n. 3, p. 575-584, 2005.

SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba/SP, v. 2, 2001.

SILVA, F. de A. S. e. & AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance**. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental: os animais e seu ambiente**. Jaboticabal, São Paulo: FUNEP, 2008. 393p.

SOUSA, P. **Avicultura e clima quente: Como administrar o bem estar às aves?** Pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Área de transferência de tecnologia, 2005.

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. Viçosa: UFV, 1983, 59p. Dissertação Mestrado.

TINÔCO, I. F.F. **Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros**. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.3, n.1, 2001.

TCPO 13. **Tabela para composição de preços e orçamentos**. São Paulo: PINI, 2008.

TEETER, R.G.; BELAY, T. **Broiler management during acute heat stress**. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, n. 58. p. 127-142, 1996.

YOUSEF, M. K. **Stress Physiology in Livestock.** Ungulates. Boca Raton: CRC Press Inc, v.2, 1985. 217p.