

## ESTIMATIVA DO CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE USANDO TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

**RODRIGO COUTO SANTOS<sup>1</sup> Helio Avalo<sup>2</sup>, Irenilza de Alencar Naas<sup>1</sup>, Rodrigo Aparecido Jordan<sup>1</sup>, Sivanilza Teixeira Machado<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Doutor, Faculdade de Ciências Agrárias, 67 8190 8799, rodrigocouto@ufgd.edu.br

<sup>2</sup> Mestrando, Faculdade de Ciências Agrárias, 67 8190 8799 helioavalo@hotmail.com

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Esta pesquisa foi desenvolvida com objetivo de avaliar diferentes cores utilizadas em sistemas de vedação, para estimar a temperatura ideal em sistemas de criação comercial de frangos de corte, em relação ao bem-estar, ambiência. Foram estudados dois aviários na região de Rio Claro, SP, sendo um aviário de cortina cor azul e outro de cortina cor branca, ambos com pressão negativa. As temperaturas foram obtidas com auxílio de câmera termográfica, em quatro fases de criação dos frangos. As imagens obtidas foram avaliadas utilizando o *software* Texto IRSoft®. Para comparações entre os aviários, foi aplicado teste de t-Student aos dados de ambiente registrados, com grau de confiança de 95%, quando apresentavam distribuição normal. As maiores temperaturas registradas na primeira semana foram em média 32,5°C em Aviário com cortina azul e, 33,2 em aviário com cortina branca. A partir da segunda semana, a temperatura do ar variou entre 30,5 e 27,4°C. Houve diferença significativa nas temperaturas registradas em função da cor da cortina utilizada na vedação dos aviários, entre as fases de criação e na interação entre estes fatores. A cortina branca resultou em menor temperatura média e a fase inicial apresentou maior temperatura média, em ambos os aviários. As maiores temperaturas foram registradas no início da pesquisa, devido às temperaturas maiores no ambiente externo ou ao fato da fase inicial ser considerada metabolicamente a fase de aquecimento das aves. Concluiu-se que a aplicação da técnica de análise termográfica é adequada e recomendada para a determinação da temperatura em aviários, com vistas à avaliação do conforto térmico das aves, sem comprometer a rotina dos animais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ambiência, Produtividade, Bem-Estar, Acuracidade.

### ESTIMATE OF THERMAL COMFORT IN AVIAN CHICKEN USING CUT INFRARED THERMOGRAPHY

**ABSTRACT:** This study was conducted to evaluate different colors used in sealing systems, to estimate the optimal temperature in commercial breeding of broilers in relation to welfare, ambience systems. Two aviaries were studied in the region of Rio Claro, SP, and an aviary color blue curtain and other curtain white, both with negative pressure. Temperatures were obtained with the aid of thermal imager in four stages of the broilers. The images were evaluated using the Text IRSoft ® software. For comparisons between poultry was applied Student's t- test to the data of registered environment with confidence level of 95 %, when distribution was normal . The highest temperatures recorded in the first week were on average 32.5 ° C in Aviary with blue curtain and 33.2 in aviary with white curtain. From the second week, the air temperature ranged between 30.5 and 27.4 ° C. There was a significant difference in the temperatures recorded with the color of the curtain used in sealing the aviaries between the phases of creation and the interaction between these factors. The white curtain resulted in lower average temperature and the initial phase showed higher mean temperature in both aviaries. The highest temperatures were recorded at baseline, due to higher temperatures in the external environment or the fact that the initial phase is considered metabolically heating phase of the birds. It was concluded that the application of thermal analysis technique is suitable and recommended for determining the temperature in aviaries, in order to evaluate the thermal comfort of the birds without compromising routine animal.

**KEYWORDS:** Ambience, Productivity, Welfare, Accuracy.

**INTRODUÇÃO:** A avicultura brasileira é uma atividade agropecuária de destaque mundial, devido ao baixo custo de produção e adequada qualidade do produto final. O abate anual de frangos foi 5,6 bilhões de unidades de frango em 2013 um aumento de 6,8% em relação ao ano de 2012. Do volume total de frangos produzido pelo país, 68,4% foi destinado ao consumo interno e 31,6% para exportações. Com isto, o consumo *per capita* de carne frango atingiu 41,8 kg habitante/ano (UBABEF, 2014).

Esse desenvolvimento se deu em virtude dos avanços científicos e tecnológicos ocorridos nas áreas de nutrição, manejo, sanidade, genética, produtos veterinários e mais recentemente no condicionamento térmico das instalações, o que transformou o empreendimento em importante complexo agroindustrial, sendo responsável por 1,5% do PIB do Brasil (ZAMUDIO, 2011).

Na produção animal, o aumento na temperatura do ar pode provocar sérios problemas relacionados ao conforto térmico e bem-estar dos animais, pois o desempenho produtivo depende, dentre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre os animais. Com isso, o conforto térmico dentro das instalações está diretamente relacionado com o calor produzido pelos animais, o calor que é absorvido por meio da radiação solar, o calor trocado pelos materiais de cobertura, paredes, piso ou cama e às trocas térmicas provocadas pela ventilação, natural ou artificial (CASTRO, 2012; GRIFFITH, 1999). Estudando a transmissão de energia solar, He e Hoyano (2009) relatam ser um dos principais fatores a afetar o ambiente térmico.

Essas trocas de energia realizadas no sistema ave-galpão ocorrem, segundo Silva (2008) por meio de quatro componentes principais: radiação, condução, convecção (trocas sensíveis) e evaporação (troca latente), que nas aves ocorre pela taquipinêia, sendo esse último um importante mecanismo de trocas térmicas entre o animal e o ambiente de produção. Para Nascimento et al. (2011), o aumento na temperatura superficial pode servir como resposta fisiológica da ave a condições inadequadas de alojamento.

Para Broucek et al. (2009), as perdas de calor nas aves são controladas por meio da alteração do fluxo sanguíneo na superfície corporal, ou pela taxa de evaporação no trato respiratório. Nesse caso, uma mudança perceptiva no estado de conforto do animal é a sua temperatura superficial, cuja termografia infravermelha pode ser usada para avaliar essa variação. Embora, trabalhando com aplicação da termografia em frangos de corte, Tessier (2003) descreve que é um procedimento geralmente considerado difícil, porque as penas têm boas propriedades isolantes, enquanto que Montanholi et al. (2008), trabalhando com gado de corte, concluíram que termografia de infravermelha é bem sucedida para avaliar a produção de calor.

O uso da tecnologia de processamento de imagens termográficas infravermelho permite conhecer, de maneira direta e com acuracidade, a distribuição da temperatura superficial, seja no ambiente ou nas aves. As imagens processadas no estudo de Nääs et al. (2010) indicaram que, as partes sem penas apresentaram maior temperatura devido à maior vascularização na presença de ambiente quente e que representam maior potencial de perda de calor sensível.

O uso da tecnologia de processamento de imagens termográficas infravermelho permite conhecer, de maneira direta e com acuracidade, a distribuição da temperatura superficial, seja no ambiente ou nas aves. As imagens processadas no estudo de Nääs et al. (2010) indicaram que, as partes sem penas apresentaram maior temperatura devido à maior vascularização na presença de ambiente quente e que representam maior potencial de perda de calor sensível.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o uso de imagens termográficas na estimativa do conforto ambiental em aviários para frangos de corte, avaliando por meio de imagens infravermelhas, as condições ambientais internas dos criatórios, os quais estão fechados com cortinas de cores diferentes. Além disso, comparando o conforto ambiental dos aviários, em função do uso de cortinas de fechamento lateral com diferentes características e, ainda, através de estatística avaliar as condições ambientais climáticas dos aviários com as condições locais externas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para a realização deste estudo foram utilizadas imagens coletadas em dois aviários comerciais de frangos de corte no município de Rio Claro, localizado no Centro-Leste do estado de São Paulo, nas coordenadas 22° 05' e 22° 40' S, 47°

30' e 47° 55' W com ventos predominantes SE e classificação Koppen Cwa em aviários dispostos lado a lado distante 30 m entre si, com as mesmas dimensões e características construtivas e orientação leste-oeste (Figura 1). A coleta de dados deu-se de abril a agosto de 2012.

Os aviários possuíam sistemas de ventilação com pressão negativa, ou seja, o ar é succionado por exaustores de dentro para fora, criando um vácuo parcial no interior da construção. Ambos os aviários possuíam 12 m de largura por 120 m de comprimento, com pé-direito de 3,0 m e pilares de concreto a cada 8 m, com tesouras de madeiras e telhado de fibrocimento. Nos aviários a entrada de ar é feita com resfriamento do ar com utilização de painel evaporativo.

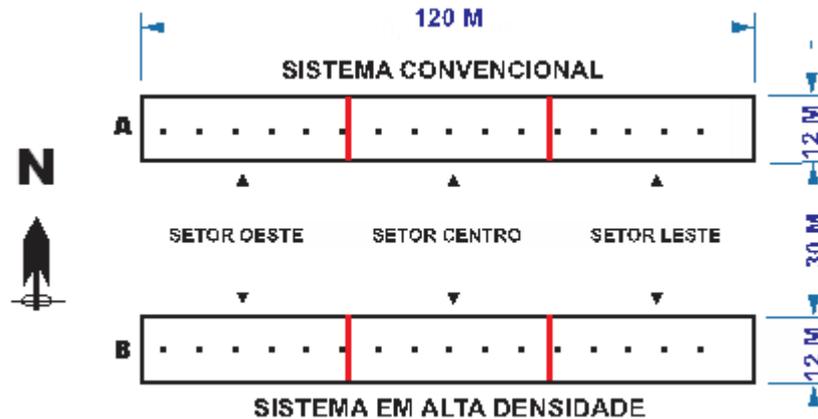


Figura 1. Esquema do posicionamento dos dois aviários utilizados no estudo (dimensões em m): Aviário A: cortina azul e Aviário B: cortina branca

A cortina lateral utilizada para vedar o aviário “A”, no sistema de ventilação por pressão negativa apresentava cor interna e externa azul e forro interno utilizado como isolante térmico, e no aviário “B”, no sistema de ventilação era de pressão negativa, com cor interna e externa branca, e forro interno utilizado como isolante térmico, ambos de material não laminado de polipropileno, espessura de 0,17 mm e emissividade 0,95 (Figura 3 A). A cortina lateral utilizada para vedar o aviário “B” era de material não laminado de polipropileno, espessura de 0,18 mm, cor branca e emissividade 0,87 (Figura 3 B). A cama utilizada nos dois aviários era constituída de maravalha (50%), misturada com palha de arroz (50%).



A



B

Figura 2. Vista externa dos aviários, sendo um com cortina azul (A), e o outro com cortina branca (B).

Para coleta de dados de temperaturas superficiais foram registradas imagens termográficas panorâmicas dividi em quatro semanas alternadas nos dois aviários no horário de 15h00min. Este horário foi determinado por representar o período mais quente do dia. Nas (Figura 3 e Figura 4) imagem real, imagem térmica e escala de temperaturas, sendo a imagem térmica utilizada para marcar os pontos para análise de temperatura do ambiente.

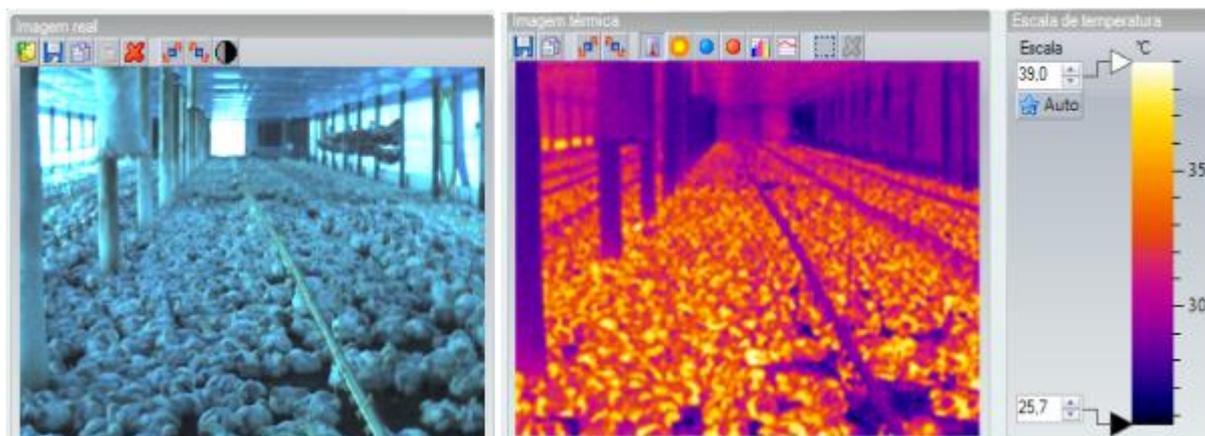


Figura 3. Vista interna aviário cortina azul, com imagem térmica e escala de temperatura

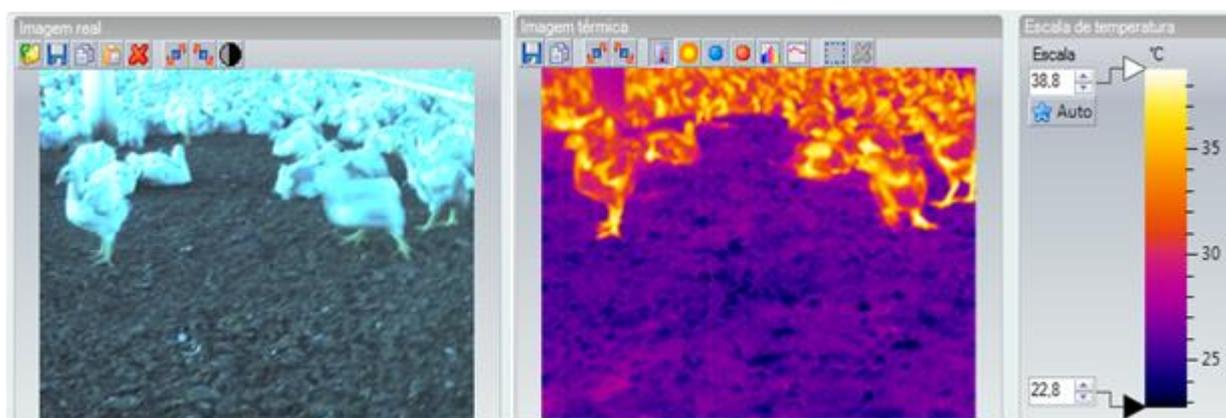


Figura 4. Vista interna aviário cortina branca, com imagem térmica e escala de temperatura

Com auxílio da câmera termográfica infravermelho TESTO<sup>®</sup>, no centro do aviário, foram coletadas temperaturas superficiais do ambiente em quatro semanas nas fases de criação: Fase 1: (7-14 dias); Fase 2 (21-28 dias); Fase 3 (29-35 dias); Fase 4 (36-42 dias). Para a avaliação das imagens termográficas foram tomados 20 pontos ao acaso nas imagens coletada e, para o processamento das imagens foi utilizado o *software* Testo IRSof<sup>®</sup>, com a finalidade de extrair os valores de temperaturas superficiais, para conseqüente compor a temperatura média de cada imagem coletada. Foram selecionadas sete fotos de cada aviário ao qual foi denominado de período para tabular os dados.

Os dados coletados foram tabulados em planilhas compatíveis com o aplicativo Excel<sup>®</sup>, com formato organizado, padronizado e apto para análises estatísticas. Os dados de Temperatura Média superficial (TSM), utilizando termografia infravermelho, foram comparados pelo teste de *t*, com 95% de confiança, com os resultados propostas por (SILVA et al., 2011).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A produção de aves em alta densidade passou a ser necessária e, dessa forma, a obrigatoriedade de estabelecer conforto térmico ambiental, tornou-se maior, como consequência da elevação da densidade de alojamento (NÄÄS et al. 2010). Assim, para se manter competitiva, a indústria avícola brasileira está tendo de evoluir, rapidamente, de uma situação de quase indiferença aos princípios do acondicionamento térmico ambiente, para uma situação em que cada empresa ou integração deve tomar decisões relativas à adoção de concepções arquitetônicas e manejos inovadores, associados a sistemas de acondicionamento térmico naturais e artificiais, compatíveis com a sua realidade. Essas decisões incluem a readequação dos aviários já existentes e a concepção de novas unidades.

Neste estudo, as temperaturas obtidas no interior dos aviários variaram entre as fases de observação e em função da cor da cortina de vedação, de forma que os testes estatísticos revelaram diferenças entre os tratamentos e entre as fases de criação pelo teste *t* a 5% de probabilidade. A temperatura média

geral no aviário com cortina azul foi de 30,2°C e no aviário com cortina branca foi de 29,0°C. A temperatura média geral para a fase 1 (32,7°C) foi maior do que em todas as demais fases (fase 2 = 28,8°C; fase 3 = 27,8°C; fase 4 = 29,3°C).

A análise da interação entre cor da cortina x fase de criação também foi significativa. A temperatura ambiente média registrada na primeira semana foi de 32,2°C, no aviário com cortina azul e, de 33,2°C no aviário com cortina branca (Tabela 1), reflexos da fase de aquecimento. A partir da segunda semana, a temperatura registrada diminuiu, o que está em conformidade com os achados Cassuce (2010), que, trabalhando com avaliação da temperatura de aves encontrou resultados semelhantes. Considerando que a umidade relativa variou de 49,2% a 69,7% em todo período avaliado, pode-se constatar que não houve problema de estresse térmico para as aves na fase de crescimento em relação aos dois aviários, que pudesse comprometer o desempenho das aves, de acordo com o estudo de Nascimento et al. (2012).

Tabela 1. Temperatura média nos aviários

Fase	Cortina Azul	Cortina Branca
	Temperatura Média (°C) ± desvio padrão	
1	32,2 ± 2,49 aA	33,2 ± 2,76 aA
2	30,2 ± 2,78 aB	27,4 ± 2,43 bB
3	28,0 ± 3,02 aC	27,5 ± 2,88 aB
4	30,5 ± 1,84 aAB	28,0 ± 3,18 bB

\* Fase 1: (7-14 dias); Fase 2 (21-28 dias); Fase 3 (29-35 dias); Fase 4 (36-42 dias)

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste *t* a 5%: as letras minúsculas comparam as médias na mesma fase (linha) e as letras maiúsculas comparam as médias no mesmo tratamento (coluna).

Embora Machado et al. (2012) não tenham se referido a cor da cortina de vedação utilizada em seu estudo, relataram que o modo túnel utilizado em aviários de criação de frango, como o modelo empregado neste estudo, propiciou condições de conforto térmico no interior dos aviários.

Já Cassuce (2011) relatou que a temperatura é influenciada por fatores ambientais. Em seu estudo, verificou que os valores médios da temperatura, durante o experimento, variaram de 18,7 a 25,6°C, sendo que os máximos foram atingidos entre os meses de abril a maio e os mínimos, entre os meses de junho e agosto, fato relacionado pelo autor às diferenças de temperatura entre as estações do ano, a insolação tende a ser menor no período de inverno e maior no verão, influenciando as temperaturas no interior dos aviários.

Neste estudo, que foi conduzido no período do outono ao inverno de 2012, a temperatura média mensal externa variou de 27,9°C em abril a 10,7°C em julho (Tabela 1). Pode-se perceber uma relação entre o mês com maior temperatura média e o maior valor de temperatura média interna nos aviários, o que poderia ser mais pronunciado se o estudo estivesse sido conduzido nos meses mais quente do ano.

Tabela 1. Temperatura média externa no período de abril a setembro de 2012, em Rio Claro – SP.

	Temperatura Mínima °C	Temperatura Máxima °C	Temperatura Média °C
<b>Abril</b>	15,4	27,9	21,6
<b>Mai</b>	12,7	26	19,3
<b>Junho</b>	11,2	24,9	18,1
<b>Julho</b>	10,7	25,1	17,9
<b>Agosto</b>	12,1	27,3	19,7

Por outro lado, muitos são os trabalhos que relatam o efeito da idade dos frangos influenciando na temperatura do aviário (RICHARDS, 1971, CASSUCE, 2011, BAËTA, 2010, BRIOSCHI 2011). Para Nascimento e Silva (2012), o frango e suas fases influenciam diretamente na temperatura do ambiente interno. Segundo Cordeiro et al. (2010), a menor temperatura superficial média é observada em aves mais velhas e, provavelmente, é consequência do maior tamanho, existindo, portanto, diferenças de temperatura com relação as idades das aves.

Desta forma, os dados obtidos também podem ter sido influenciados pelo desenvolvimento das aves, corroborando os resultados de Cordeiro et al. (2010), e as recomendações apresentadas por Abreu e Abreu, (2011).

Em sua pesquisa, Cassuce, (2011) demonstrou que a cortina branca resultou em menores valores de temperatura superficial, confirmando os valores encontrados no presente estudo.

Ao final da criação, o que começa a influenciar não é mais o metabolismo, mas sim a competição por espaço, nos dois aviários a movimentação é prejudicada, ficando comprometidas algumas habilidades de dissipação de calor porque, segundo Nääs et al (2010), as aves tentam compensar sua reduzida habilidade de dissipar calor latente, em condições de estresse térmico, ativando os processos fisiológicos e comportamentais responsáveis pela dissipação de calor para o ambiente externo, mantendo as asas afastadas do corpo, aumentando sua área de superfície corporal, facilitando perdas por convecção. Ainda assim, a cortina branca teve a melhor atuação no final do ciclo dos frangos, propiciando temperaturas mais amenas no interior do aviário.

**CONCLUSÕES:** A análise de imagens termográficas possibilitou a avaliação da temperatura interna nos aviários, em diferentes fases de criação, sendo estas temperaturas adequadas para assegurar o conforto térmico das aves.

O ambiente externo pode ter influenciado neste resultado, visto que no início da pesquisa foram registradas as maiores temperaturas, embora a fase inicial também seja considerada metabolicamente a fase de aquecimento.

Considera-se, portanto, que a aplicação da técnica utilizada é adequada e recomendada para a determinação da temperatura em aviários, com vistas a avaliação do conforto térmico das aves, sem comprometer a rotina dos animais.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G. **Sistema de produção de frango de corte. Embrapa**, 2003 Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Ave/ProducaodeFrangodeCorte>>. Acesso em 20 jan. 2013.
- ABREU, V. M. N.; A, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011.
- BAËTA, F. C.; S, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa –MG. 2010.
- BRIOSCHI, M. S. **Metodologia de normalização de análise do campo de temperaturas em imagem infravermelha humana Curitiba**. Universidade Federal do Paraná. (tese doutorado), 110 p.2011.
- CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural de Viçosa, (título de Doutor) Viçosa - MG, 91 p. 2011.
- CASTRO, A.C. **Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistemas de cobertura em instalações avícolas**. (tese mestrado). Esalq, Piracicaba - SP, 2012.
- CORDEIRO, M. B.; T, I. F. F.; S, J. N.; V, R. B. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.
- FAO - Food and Agriculture Organization fo the United Nations. **Agribusiness handbook: poultry meat & eggs**. 2010: Disponível em <http://www.fao.org/investment/tci-pub/joint-publications/faoebrd/en/>. Acesso em 20/11/13
- GRIFFITH, B. T.; A, D. Buildings research using infrared imaging radiometers with laboratory thermal chambers. In: **Proceedings of the SPIE**. 1999.

Machado, N. S.; T, I. D. F. F.; Z, S.; M, C. A., D, F. A.; Z, W. M. Resfriamento da cobertura de aviários e seus efeitos na mortalidade e nos índices de conforto térmico. **Nucleus**, v. 9, n. 2, 2012.

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

NÄÄS, I. A., N, G. R.; B, M. S.; M, D.J. **Utilização de Imagens Termográficas na Produção de Frangos de Corte**. Artigo técnico Publicado o 19 de Maio de 2010. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/utilizacao-imagens-termograficasproducao-t268/124-p0.htm>. Acesso em 22 de dezembro de 2012.

NASCIMENTO, G. R.; P, D. F.; N, I. A.; R, L. A. Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal - SP. v. 31, n. 2, p. 219-229, 2011.

NASCIMENTO, S.T.; S, I.J.O.; M, G.B.; C, A.C. Bands of respiratory rate and cloacal temperature for different broiler chicken strains. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, p. 1318-1324, 2012.

RAINWATER, L. K.; P, J. M.; P, C.; R, L. L. Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. **The Veterinary Journal**, v. 180, n. 3, p. 317-324, 2009.

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.

RODRIGUES, V. C.; S, I. J. O.; V, F. M. C.; N, S. T. **A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock**. *Int J Biometeorol*. 55, n. 3, p. 455-459, 2011.

ROGALSKI, A. History of infrared detectors. **Opto-Electronics Review**, v. 20, n. 3, p. 279-308, 2012.

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

SARAZ, J. A. O. ; T, I. F. F.; P, M. O.; P, R. F.; G, R. Elaboración y evaluación de tejas de concreto em arcilla expandida para uso como coberturas de estructuras pecuárias. **Revista Faculdade Nacional de Agronomia**, v. 63, p. 5651-5660, 2010.

SCHUETZ, T.; W, M. Quantification of localized groundwater inflow into streams using ground-based infrared thermography. **Geophysical Research Letters**, v. 38, n. 3, 2011.

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

SILVA, I. J. O.; , F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 113-131, 2010.

SILVA, R.G. **Biofísica ambiental – os animais e seu ambiente**. Funep, p. 386, Jaboticabal, 2008.

SILVA, W. T. Desenvolvimento de um sistema para estimativa de bem-estar a partir de dados de vocalização de suínos. (tese mestrado) Universidade Estadual de Campinas. 91p. Campinas - SP, 2008.

UBABEF – **UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA**. 2014. Relatório Anual 2014. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br>. Acesso em marco de 2014.

ZAMUDIO, L. H. B. **Caracterização e percepção de consumidores sobre a qualidade da carne de frango comercializada em Brasília- DF**. (tese mestrado) Universidade de Brasília. Brasília - DF. 125 p. 2011.