

## **TEMPERATURA SUPERFICIAL E EMISSÃO DE CALOR SENSÍVEL DE CODORNAS JAPONESAS MANTIDAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

PAULYRAN SANTOS MOURA<sup>1</sup>, DERMEVAL ARAUJO FURTADO<sup>2\*</sup>, JAENE FRANCISCO DE SOUZA OLIVEIRA<sup>3</sup>; JOSE PINHEIRO LOPES NETO<sup>4</sup>; VALERIA PEREIRA RODRIGUES<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Agrícola da UFCG, Campina Grande-PB, paulyran@hotmail.com

<sup>2</sup>Dr. Prof. Titular da UEAE/UFCG, Campina Grande-PB, dermeval@deag.ufcg.edu.br

<sup>3</sup>Doutora em Engenharia Agrícola da UFCG, Campina Grande-PB, jaenesouza@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Prof. Adjunto UEAE/UFCG, Campina Grande-PB, lopesneto@deag.ufcg.edu.br

<sup>5</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola da UFCG, valeriazootecnia@hotmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar a variação da temperatura superficial e emissão de calor sensível de codornas japonesas, mantidas em câmara climática, sob diferentes temperaturas: 24,0, 27,0, 30,0 e 33,0°C. A temperatura superficial foi obtida através imagens termográficas, coletadas em cinco regiões (cabeça, asas, dorso, patas e crista), calculado a temperatura superficial média (TSM) e o gradiente entre a TSM e a temperatura ambiente (TA) e a emissão de calor por convecção e radiação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. A temperatura superficial em todas as regiões do corpo das codornas e a TSM elevaram-se com o aumento da temperatura ambiente, e o gradiente entre TSM e TA diminuiu com a elevação da TA, fato que pode dificultar a troca de calor sensível entre os animais e o meio ambiente. A crista e das patas apresentaram os valores de TS mais elevados e mais baixos, respectivamente. A emissão de calor pelas aves por convecção e radiação diminuiu com a elevação da temperatura ambiente, sendo que do total do calor emitido, houve predominância na forma de emissão por convecção.

**PALAVRA-CHAVE:** ambiência, coturnicultura, termografia

### **SURFACE TEMPERATURE AND HEAT EMISSION FROM JAPANESE QUAILS KEPT UNDER DIFFERENT TEMPERATURES.**

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the change in surface temperature and heat sensitive issues in Japanese Quails (*Coturnix coturnix japonese*), kept in a climatic chamber, at four different temperatures: 24,0, 27,0, 30,0 and 33,0°C, and the surface temperature was obtained through thermographic images, collected in five regions (head, wings, back, legs and crest), calculated average surface temperature (TSM) and the gradient between TSM, room temperature (TA) and heat emission through radiation and convection. A completely randomized design was used, with four treatments and six repetitions. The surface temperature in all regions from the quails body and the TSM rose with the increasing temperature, the gradient between TSM and TA decreases with TA elevation, which may hinder the exchange of sensible heat between the animals and environment. The crest and legs showed TS values higher and lower, respectively. Heat emission from the quails by convection and radiation decreases with increasing temperature, such as the total heat emission was predominantly through convection.

**KEYWORDS:** Ambiance quail industry, thermography.

### **INTRODUÇÃO**

A criação de codornas japonesas tem ganhado aceitação e encontra-se em expansão no Brasil, em razão do seu rápido desenvolvimento, maturidade sexual precoce, boa produtividade (Barreto et al., 2007). Na produção de codornas deve-se levar em consideração o ambiente de criação,

destacando-se o estudo da fisiologia das aves, diagnóstico climático da região de produção, aplicação dos conceitos básicos de conforto térmico e tipificação dos sistemas, que podem determinar quais os ajustes a serem aplicados na produção dos animais (Abreu e Abreu, 2011).

A zona de conforto térmico é influenciada por vários fatores: alguns relacionados ao animal; peso, idade, estado fisiológico, densidade, nível de alimentação e genética e outros ao ambiente; temperatura, velocidade do vento, umidade relativa do ar, radiação solar. As aves são consideradas animais homeotérmicos, a temperatura do núcleo corporal de aves encontra-se em torno de 41,7°C (Abreu e Abreu, 2011). Para que a temperatura corporal permaneça constante, o ganho de calor deve ser igual à perda. A manutenção da temperatura constante requer a integração central de informação térmica e depende do hipotálamo, que controla a taxa de perda ou produção de calor através de receptores cutâneos de calor e de frio, especificamente no sistema nervoso central (Trampel, 2006).

A dissipação de calor pelas aves pode ocorrer de maneira sensível (condução, radiação e convecção) e de maneira latente (respiração e evaporação cutânea), e a perda sob a forma sensível ocorre com mais ênfase quando as aves se encontram em condições termoneutras, comparado o ambiente com temperatura elevada (Nascimento et al., 2014).

Conforme Medeiros (2012) a análise termográfica é realizada por imagens térmicas, obtidas através de uma câmera que capta fotos térmicas, sendo uma técnica segura, não invasiva, de fácil manejo e não interfere na rotina do animal, podendo ser utilizada na coleta dos dados de balanço térmico, assim como as perdas de calor durante o ciclo de produção. As câmeras termográficas não medem apenas uma única imagem, mas várias imagens que podem ser analisadas, comparadas e convertidas em cores para fornecer os dados de temperatura superficial.

A utilização das imagens termográficas pode ser utilizada na análise de temperaturas superficiais das aves, apresentando o melhor perfil térmico do animal, podendo ser utilizada no estudo da variação da temperatura superficial nas aves, tanto em locais que apresentam penas ou sua ausência (Nããs et al., 2010). Ainda citam que as partes sem penas apresentaram uma maior temperatura, por terem maior vascularização, ou seja, apresenta maior potencial de perde de calor sensível.

Com isso, o objetivo deste trabalho é a analisar a temperatura superficial e a emissão de calor sensível de codornas mantidas em câmera climática, sob diferentes temperaturas, através das imagens termográficas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em câmera climática, da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, laboratório de Construção Rurais e Ambiência (LaCRA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Campina Grande, Paraíba com altitude 551 metros, nas seguintes coordenadas: latitude 07°13'50'' sul e longitude 35°52'52''.

Foram alojadas 216 codornas japonesas, com 41 dias de idade, distribuídas em 18 aves/compartimento.

O período para adaptação das aves foi de 14 dias. Após o período de adaptação, a cada 14 dias foram utilizadas as temperaturas respectivamente, 24°C; 27°C; 30°C; 33°C. Foram utilizadas duas baterias de gaiolas composta de 3 andares, cada andar composto por dois compartimentos: (50cm de comprimento x 50cm de profundidade x 25cm de altura), foram alocados 18 animais/compartimento, obedecendo taxa de lotação de 135,1 cm<sup>2</sup>/ave, de acordo com as recomendações de Molino et al. (2010). As gaiolas foram equipadas com comedouros tipo calha de chapa metálica galvanizada e bebedouros tipo “*nipple*”. Durante o período experimental, o fornecimento de água e ração foi *ad libitum*.

A câmera climática possui área total de 5,7 m<sup>2</sup>. O sistema de iluminação foi de 15 horas de luz e 9 horas de escuro, sendo a intensidade luminosa nas gaiolas de 30 lux.

Cada período experimental foi de 14 dias, sendo a temperatura superficial coletada duas vezes por semana em cada fase experimental (temperaturas), às 10h da manhã, sendo seis aves por gaiolas, escolhidos aleatoriamente e devidamente identificados para as coletas. A TS foi obtida através de uma câmera termográfica FLUKE TI 55FT, e as imagens analisadas pelo software Smart View, consideradas 5 regiões corporais distintas: cabeça, patas, crista, dorso e asas e a temperatura superficial média (TSM), que foi utilizado a equação proposta por Richards (1971).

$$TSM = 0,25*Tasa + 0,10*Tcabeça + 0,05*Tpata + 0,50*Tdorso + 0,10*Tcrista \quad (1)$$

Tasa = temperatura da asa; Tcabeça = temperatura da cabeça; Tpata = temperatura da pata; Tdorso= temperatura do dorso; Tcrista= temperatura da crista.

Para o cálculo da emissão de calor as formulas utilizadas para a radiação e convecção das codornas foram as equações, propostas por Yahav et al. (2004) e Brecht et al. (2005), Eqs. 2, 3, 4 e 5

$$Q_r = e \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_s^4 - T_{ar}^4) \quad (2)$$

$$Q = Q_r + Q_c \quad (4)$$

(5)

m Var\*100 tem uma raiz

Q - calor total, (W m<sup>-2</sup>)<sup>-1</sup>

e - emissividade (0,98)

σ - constante de Stefan-Boltzman, 5,6691×10<sup>-8</sup>

A - área da superfície da ave (m<sup>2</sup>)

h - coeficiente de transferência de calor, (W (m<sup>2</sup> K<sup>-1</sup>))

A área superficial da ave (As) foi estimada através da Eq. 5, Proposta por Silva et al. (2009):

$$A = 3,86Mc^{0,74}$$

Em que Mc corresponde à massa corporal (g).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, e os dados do experimento foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando um programa computacional e estatístico Assisat (SILVA, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura superficial (TS) nas diferentes partes do corpo dos animais, sua média e o gradiente entre a temperatura superficial média (TSM) e a temperatura ambiente (TA) apresentaram diferença significativa entre elas (P > 0,05), onde a TS se elevou com o aumento da TA em todas as regiões analisadas e na média, sendo que o gradiente entre TSM e TA foi reduzida (Tabela 1) com a elevação da TA. A cabeça e crista apresentaram as maiores TS, o que pode ser justificado pela ausência ou pequena quantidade de penas nestas regiões, como também serem regiões de emissão de calor para o meio ambiente.

Tabela 1. Temperaturas médias da cabeça, asa, dorso, crista, patas, temperatura superficial média (TSM) e gradiente de temperatura entre TSM e temperatura ambiente (TA) nas diferentes temperaturas.

Temperatura superficial (°C)	Temperatura ambiente (TA)				CV (%)
	24,0 °C	27,0 °C	30,0 °C	33,0 °C	
Cabeça	32,4 d	34,6c	36,2b	37,1a	4,87
Asa	28,8d	31,3c	33,1b	34,9a	4,60
Dorso	29,3d	31,6c	33,4b	34,8a	4,26
Crista	32,8d	35,0c	36,2b	37,1a	5,14
Patas	25,2d	29,1c	31,4b	32,8a	6,79
TSM	29,2d	31,6c	33,4b	34,8a	3,47
TA - TSM	5,2d	4,6c	3,4a	1,8b	3,50

Médias nas linhas seguidas da mesma letra não apresentaram diferença significativa entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Analisando a crista e as pastas, regiões com ausência de penas, observa-se que em todas as temperaturas o valor da TS na crista foi superior, isto em razão de que nesta região existe uma vasta vascularização, fundamental para a dissipação do calor corporal. A TS do dorso e das asas foi similar, o que pode estar associada a maior proximidade do centro corporal das aves e por ser uma região que apresenta uma maior quantidade de penas, o que facilita o isolamento térmico das aves.

Entre as temperaturas a região das patas foi o que sofreu a maior variação na TS, elevando-se com o aumento da TA, e estes órgãos vasomotores tem boa vascularização, fundamental para as trocas de calor sensível (Nascimento, 2010). Segundo Nãas et al. (2010), regiões com ausência de penas, como a crista e as patas, acabam fornecendo um maior gradiente de temperatura superficial, que podem ser consideradas como um sítio de termólise, podendo ser considerada como uma janela térmica para a dissipação de calor. Giloh et al. (2012) citam que o aumento da temperatura ambiente resulta no acréscimo da temperatura superficial nas aves, devido a vasodilatadores periféricos, sendo considerado uma resposta fisiológica para aumentar a dissipação térmica. O gradiente térmico entre a TSM e a TA foi reduzida com o aumento da temperatura ambiente, sendo que quando maior este gradiente, melhores as condições de liberação do calor do animal para o meio, portanto esta diminuição dificultou esta liberação, o que pode propiciar acúmulo de calor no corpo dos animais, havendo a necessidade de utilização de outros mecanismos de perda de calor, como a elevação da frequência respiratória e cardíaca, que necessitam de gasto energético para serem acionadas.

O peso médio das aves em cada ciclo analisado foi semelhante e dentro do padrão da espécie (Tabela 2). A perda de calor por radiação foi semelhante nas temperaturas de 24 a 30 °C, diminuindo na temperatura de 33°C. A emissão de calor por condução e calor total diminuíram com a elevação da temperatura, sendo que a emissão de calor por radiação nas quatro temperaturas foi insignificante, sendo que do total de calor emitido, a grande maioria foi por convecção.

Tabela 2. Peso médio das aves e produção e emissão de calor por radiação (QR), convecção (QC) e calor total (QT)

Tratamentos	Peso médio (gramas)	QR (W m <sup>-2</sup> )	QC (W m <sup>-2</sup> )	QT (W m <sup>-2</sup> )
24°C	157,2	4,0x10 <sup>-4</sup>	1,0	1,00040
27°C	163,2	4,2x10 <sup>-4</sup>	0,9	0,90042
30°C	159,9	4,0x10 <sup>-4</sup>	0,7	0,70040
33°C	145,9	2,5x10 <sup>-4</sup>	0,4	0,40025

As perdas de calor por condução e convecção, denominadas de trocas sensíveis, juntamente com a radiação, dependem basicamente da variação da temperatura entre a superfície corporal das aves e a temperatura ambiente, conseqüentemente, quando maior for essa diferença, mais eficientes vão ser as trocas. Em temperaturas elevadas, para aumentar a troca de calor com o ambiente, as aves podem utilizar mecanismos comportamentais, como agachar-se, manter as asas afastadas do corpo, a fim de aumentar o máximo à área da superfície corporal em contato com o ar, aumentando o fluxo de calor nas regiões periféricas que não possuem penas (crista, cabeça e patas). A convecção é transferência de energia térmica entre dois corpos ou partes do mesmo corpo, sendo um sólido e outro fluido ou gasoso, como é o caso do ar, esse fluxo passa das moléculas de alta energia para a de baixa, ou seja, das regiões de alta temperatura para uma inferior e a perda de calor por radiação é a transferência da energia a outro através de ondas eletromagnéticas.

As penas nas aves tem um papel importante no balanço térmico e entre o organismo e o meio e o ambiente, acarretando peculiaridades na regulação do equilíbrio térmico. Elas interferem diretamente na perda de calor por radiação, condução e radiação como mecanismo de eliminação de calor, mas considerando em locais de clima tropicais o diferencial de temperaturas entre p ambiente e a superfície do corpo dos animais e pequena (Malheiros et al., 2000). Segundo Nascimento (2010) quando a temperatura do ar se encontra em níveis próximos a 21°C, a ave pode perder até 75% de calor por meio de calor sensível: radiação, condução e convecção. Porém, quando a temperatura ambiente se aproxima da temperatura superficial das aves, seu meio principal de perda de calor passa ser a liberação de calor latente, por meio da respiração ofegante.

## CONCLUSÃO

As temperaturas superficiais médias da cabeça, asa, dorso, crista, patas e a temperatura superficial média das codornas elevaram-se com o aumento da temperatura ambiente, sendo que o

gradiente entre a temperatura superficial média e a temperatura ambiente foi reduzida. A emissão de calor por condução e convecção das codornas diminuiu com a elevação da temperatura, sendo que a emissão por radiação foi insignificante, sendo a maior parte da emissão por convecção.

## REFERÊNCIAS

- Abreu, V. M. N.; Abreu, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.1-14, 2011 (supl. especial).
- Barreto, S.L.T.; Araujo, M.S.; Umigi, R.T.; Moura, W.C.O.; Costa, C.H.R.; SOUSA, M.F. Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p.1559-1565, 2007.
- Brecht, A. van; Hens, H.; Lemaire, J. L.; Aerts, J. M.; Degraeve, P.; Berckmans, D. Quantification of the heat exchange of chicken eggs. *Poultry Science*, v.84, p.353-361, 2005.
- Giloh, M.; Shinder, D.; Yahav, S. Skin surface temperature of broiler chickens is Correlated to body core temperature and is indicative of their thermoregulatory Status. *Poultry Science*, v.91, n.1, p.175-188, 2012.
- Nascimento, S. T. Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais. Piracicaba: USP, 2010. 149 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2010.
- Nascimento, S. T.; Silva, I. J. O.; Maia, A. S. C.; Castro, A. C.; Vieira, F.M. C. Mean surface temperature prediction models for broiler chickens - a study of sensible heat flow. *International Journal of Biometeorology*, v.58, n.2, p.195-201, 2014.
- Nääs, I. A.; Romanini, C. E. B.; Neves, D. P.; Nascimento, G. R.; Vercelino, R. A. Distribuição da temperatura superficial de frangos de corte com 42 dias de idade. *Scientia Agricola*, v.67, n.5, p.497- 502, 2010.
- Medeiros, R. C. M. Emprego da Termografia na inspeção preditiva. *Bolsista de Valor*, v.2, n.1, p.293-300, 2012.
- Molino, A.B.; Garcia, E. A.; Pelícia, K.; Silva, A. P.; Faitarone, A.B.G.; Vercese, F. Taxas de lotação da gaiola de codornas japonesas: desempenho produtivo e econômico. In: Congresso de Produção, Comercialização e Consumo de Ovos, 8., 2010, São Pedro, Anais... São Pedro, 2010. CD ROM.
- 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*, v.216, p.1-10, 1971.
- Silva, F.A.S. Assistat: Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFMG - Atualizado em 01 de abril de 2014. Disponível em. Acessado em: 20 de maio de 2014.
- Silva, E.; Yanagi Júnior, T.; Braga Júnior, R.A.; Lopes, M. A.; Damasceno, F. A.; Silva G. C. A. Desenvolvimento e validação de um modelo matemático para o cálculo da área superficial de frangos de corte. *Engenharia Agrícola*, v.29, p.1-7, 2009.
- Trampel, D.W. Digestão Aviária. In: Reece, W. O. Dukes (ed) - *Fisiologia dos animais domésticos*. 12ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p.450-461.
- Yahav, S.; Shinder, D.; Tanny, J.; Cohen, S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. *World's Poultry Science Journal*, v.61, p.419-434, 2005.