

## Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)

*Thermography evaluation of japanese quails (Coturnix coturnix japonica)*

João Batista Freire de Souza Jr ▪ João Paulo Araújo Fernandes de Queiroz ▪  
Hérica Girlane Tertulino Domingos ▪ Jânio Lopes Torquato ▪  
Geovan Figueirêdo de Sá Filho ▪ Leonardo Lelis de Macedo Costa

**JBF Souza Jr** (Autor para correspondência) ▪ **JPAF Queiroz** ▪  
**HGT Domingos** ▪ **JL Torquato** ▪ **GF Sá Filho** ▪ **CMS**  
**Linhares** ▪ **LLM Costa**  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido

email: jb\_zootecnista@hotmail.com

Recebido: 5 de Outubro, 2013 ▪ Revisado: 30 de Outubro, 2013 ▪ Aceito: 30 de Outubro, 2013

**Resumo** O presente estudo teve como objetivo determinar variações na temperatura da superfície corporal ( $T_S$ ) de codornas por termografia infravermelha. O estudo foi conduzido no Laboratório de Biometeorologia e Bem-Estar Animal, campus Mossoró/RN, Brasil. Foram utilizadas 10 codornas adultas, machos e fêmeas, em ambiente controlado. A temperatura do ar ( $T_A$ ) foi dividida em três classes ( $C_T$ ):  $C_T$  1 ( $T_A < 18$  °C);  $C_T$  2 ( $18 \leq T_A < 22$  °C);  $C_T$  3 ( $T_A \geq 22$  °C). A temperatura cloacal ( $T_C$ ) foi aferida. A  $T_S$  foi aferida em três regiões (pernas, face e penas). A análise de variância para a  $T_S$  revelou efeito significativo da região corporal, da  $C_T$  e da interação entre região corporal e  $C_T$ . A região da face apresentou  $T_S$  (33,68 °C) superior à região coberta por penas (24,73 °C) e à região das patas (24,68 °C). A região das patas foi a que sofreu maior variação na  $T_S$ . Dessa forma, conclui-se que codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) apresentam diferenças na temperatura superficial, conforme a região corporal.

**Palavras-chave** temperatura de superfície corporal, estresse térmico, termografia

### Introdução

A avicultura é uma das atividades agropecuárias mais rentáveis. Sua produtividade ideal é obtida quando as aves estão em condições ambientais favoráveis, conhecida como zona termoneutra, onde as aves estão em uma faixa de temperatura que propicia pouco gasto energético para manter sua homeotermia (Malavazzi 1989; Vercese 2010). As aves são classificadas como homeotérmicas, pois um conjunto de componentes interligados atua para manter a temperatura

**Abstract** The present study aimed to determine variations in the body surface temperature ( $T_S$ ) of quails by infrared thermography. The study was conducted at the Laboratory of Biometeorology and Animal Welfare, campus Mossoró/RN, Brazil. Ten adult quails were used, males and females, in a controlled environment. The air temperature ( $T_A$ ) was divided into three classes ( $C_T$ ):  $C_T$  1 ( $T_A < 18$  °C);  $C_T$  2 ( $18 \leq T_A < 22$  °C);  $C_T$  3 ( $T_A \geq 22$  °C). The cloacal temperature ( $T_C$ ) was measured. The  $T_S$  was measured in three regions (legs, face and feathered region). The analysis of variance for  $T_S$  revealed a significant effect of the body region,  $C_T$  and interaction between body region and  $C_T$ . The region of the face presented  $T_S$  (33.68 °C) higher than the area covered by feathers (24.73 °C) and the region of the legs (24.68 °C). The region of legs was the one that suffered the greatest variation in  $T_S$ . Thus, it is concluded that Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) have a difference in the body surface temperature according to the body region.

**Keywords** body surface temperature, heat stress, thermography

corporal constante, ou variando dentro de estreitos limites, enquanto a temperatura externa apresenta variações consideráveis (Rodrigues 2006).

Assim, a termografia infravermelha apresenta-se como uma técnica não-invasiva e segura de visualização do perfil térmico de um animal. Esta técnica tem sido utilizada em aves domésticas para estudo da variação regional da temperatura superficial nas áreas com e sem penas (Nääs et al 2010; Case et al 2012; Souza Jr et al 2013). Apesar das

penas possuem propriedade isolante, bloqueando a maior parte das emissões infravermelhas da pele, a termografia permite um mapeamento térmico exterior das aves.

Embora a termografia infravermelha tenha sido previamente empregada em diversas espécies de aves domésticas, como frangos de corte, galinhas poedeiras e perus, este é o primeiro estudo em que esta técnica é aplicada em codornas. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar diferenças regionais na temperatura superficial de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) utilizando a termografia infravermelha.

## Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biometeorologia, Bem-Estar Animal e Biofísica Ambiental (ThermoBio) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró, Rio Grande do Norte (latitude 05°11' S e longitude 37°22' O). Foram utilizadas 10 aves adultas da espécie *Coturnix coturnix japonica*, sendo 5 machos e 5 fêmeas, com peso médio de 240g e 280g, respectivamente. As fêmeas estavam em fase de postura. Os dados foram coletados em ambiente térmico controlado através de um condicionador de ar (FUGITISU, 18.000 BTU/h) e com iluminação artificial. A velocidade de deslocamento do ar foi nula, por tratar-se de um ambiente fechado.

A temperatura cloacal ( $T_R$ , °C) foi aferida com um sensor de temperatura (PT-100), inserido aproximadamente quatro cm na cloaca. A temperatura da superfície ( $T_S$ , °C) foi aferida utilizando-se uma câmera termográfica (ThermaCAM® b60, Flir Systems), calibrada considerando a absorção de um corpo cinzento ( $\epsilon=0.98$ ; 180x180 pixels). As imagens termográficas foram analisadas pelo software FLIR QuickReport 1.2 (Figura 1), sendo consideradas três regiões corporais distintas: área com penas, pernas e face.

A temperatura do ar ( $T_A$ , °C) e a umidade relativa do ar (UR, %) foram registradas utilizando-se um termohigrômetro digital (HT-300). Murakami e Ariki (1998) afirmaram que a zona de termoneutralidade para codornas na fase de postura situa-se entre 18 e 22°C. Dessa forma, a  $T_A$  foi dividida em três classes de temperatura ( $C_T$ ):  $C_T 1$  ( $T_A < 18^\circ\text{C}$ ; estresse pelo frio);  $C_T 2$  ( $18 \leq T_A < 22^\circ\text{C}$ ; zona termoneutra);  $C_T 3$  ( $T_A \geq 22^\circ\text{C}$ ; estresse pelo calor).

A análise de variância (ANOVA) foi realizada pelo método dos quadrados mínimos para dados não balanceados, utilizando o procedimento General Linear Models (GLM) do programa Statistical Analysis System (SAS) conforme

Littell et al (1991). Os modelos estatísticos para a  $T_S$  e  $T_R$  estão descritos abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + C_{Tj} + I_{ij} + R_k + I_{ik} + I_{jk} + e_{ijkl}$$

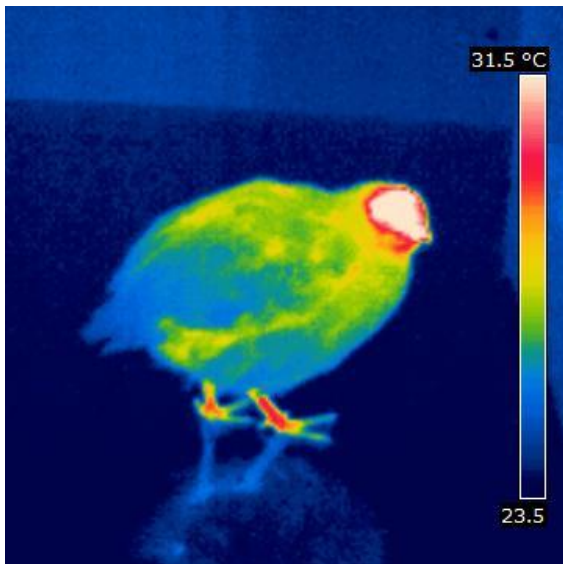
onde  $Y_{ijkl}$  é a l-ésima observação da  $T_S$  aferida no i-ésimo sexo, na j-ésima classe de temperatura do ar e na k-ésima região da superfície corporal.  $S_i$  é o efeito fixo do i-ésimo sexo ( $i = \text{macho, fêmea}$ );  $C_{Tj}$  é o efeito fixo da j-ésima classe de temperatura do ar ( $j = 1, 2, 3$ );  $I_{ij}$  é o efeito da interação entre o i-ésimo sexo com a j-ésima classe de temperatura do ar;  $R_k$  é o efeito fixo da k-ésima região corporal ( $k = \text{área com penas, pernas e face}$ );  $I_{ik}$  é o efeito da interação entre o i-ésimo sexo com a k-ésima região corporal;  $I_{jk}$  é o efeito da interação entre a j-ésima classe de temperatura do ar com a k-ésima região corporal;  $e_{ijk}$  é o efeito residual que inclui todas as demais fontes de variação não consideradas no modelo;  $\mu$  é a média geral.

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + C_{Tj} + I_{ij} + e_{ijkl}$$

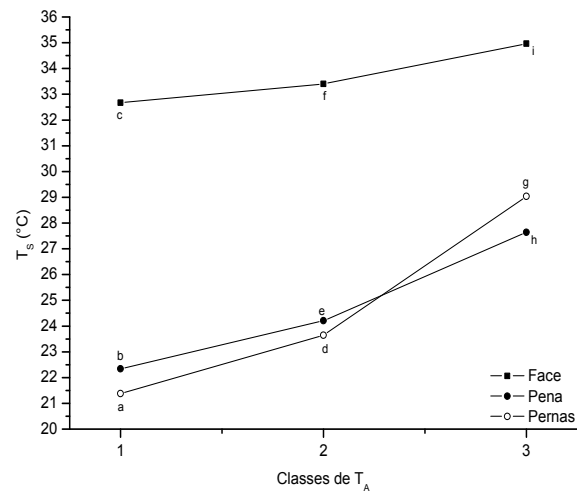
onde  $Y_{ijk}$  é a k-ésima observação da temperatura retal aferida no i-ésimo sexo e na j-ésima classe de temperatura do ar.  $S_i$  é o efeito fixo do i-ésimo sexo ( $i = \text{macho, fêmea}$ );  $C_{Tj}$  é o efeito fixo da j-ésima classe de temperatura do ar ( $j = 1, 2, 3$ );  $I_{ij}$  é o efeito da interação entre o i-ésimo sexo com a j-ésima classe de temperatura do ar;  $e_{ijk}$  é o efeito residual que inclui todas as demais fontes de variação não consideradas no modelo;  $\mu$  é a média geral.

## Resultados e discussão

A  $T_A$  variou entre 14,9 e 28,8 °C, enquanto a UR média foi de 68,6%. A análise de variância para a  $T_S$  revelou efeito significativo da  $R$ ,  $C_T$  e interação  $R \times C_T$ . Para a  $T_C$ , a análise de variância mostrou efeito significativo do  $S$  e da  $C_T$  (Tabela 1). Silva (2008) explica que a temperatura da superfície está diretamente relacionada com o ambiente circundante, ou seja, mudanças bruscas no ambiente térmico local altera a temperatura da superfície do animal. A elevada temperatura cloacal deve-se alta taxa de produção de calor endógeno pelos órgãos como afirmado por Schmidt-Nielsen (1999). Essa elevação da temperatura cloacal acompanhando a elevação da  $T_A$  está relacionada, possivelmente, ao efeito do sexo. Fêmeas em fase de postura apresentam maior atividade metabólica e, conseqüentemente, maior produção de calor endógeno.



**Figura 1** Imagem termográfica de codorna (*Coturnix japonica*).



**Figura 2** Interação entre as diferentes regiões corporais estudadas e as três classes de temperatura do ar. As letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre as regiões do corpo na mesma classe T<sub>A</sub>.

As três regiões corporais apresentaram diferenças significativas entre elas (Tabela 2). Resultado similar foi encontrado por Souza Jr et al (2013) onde afirmaram que existem diferenças regionais na temperatura da superfície em galinhas de pescoço pelado. Nas codornas, a região da face apresentou T<sub>s</sub> superior às demais regiões analisadas (P<0,01). Este resultado deve-se, possivelmente, à presença dos órgãos da visão ricamente vascularizados e da epiderme desprovida de penas da região periocular. Dahlke et al (2005) também relataram valores médios de T<sub>s</sub> mais elevados na região da cabeça de frangos de corte aos 42 dias de idade sob estresse térmico. No entanto, os mesmos autores relataram, em um ambiente termoneutro, uma média de 33,9 °C.

A região das patas foi a que sofreu maior variação na T<sub>s</sub> (Figura 2). Por ser uma região corporal com ausência de penas e altamente vascularizada, as patas atuam diretamente nas trocas térmicas (Souza Jr et al 2013; Shinder et al 2007). Assim pode-se observar uma variação de até 8 °C nas patas das codornas (Figura 2), quando estas foram submetidas ao estresse pelo calor.

Nas regiões corporais desprovidas de penas, o fluxo térmico é controlado e modificado alterando o fluxo sanguíneo. Estas regiões corporais são amplamente referidas como janelas térmicas. Este termo é, com frequência, aplicado a qualquer superfície corporal envolvida, parcial ou totalmente, em trocas térmicas. Incluem apêndices e áreas com pouca quantidade de pêlos (mamíferos) ou penas (aves). Janelas térmicas têm sido relatados em tucanos (Tattersall et al 2009), focas (Mauck et al 2003), elefantes africanos (Weissenböck et al 2010), ratos-toupeira (Šumbera et al

2007) e galinhas poedeiras de pescoço pelado (Souza Jr et al 2013).

**Tabela 1** Análise da variância (ANOVA) para o efeito sexo (S), classe de temperatura (C<sub>T</sub>), região corporal (R) e suas interações com a temperatura da superfície corporal (T<sub>s</sub>) e temperatura cloacal (T<sub>C</sub>).

Fonte de Variação	GL	T <sub>s</sub>	GL	T <sub>C</sub>
S	1	3,3975	1	13,2107*
C <sub>T</sub>	2	3525,4174*	2	2,4612*
S x C <sub>T</sub>	2	5,9442	2	0,4618
R	2	12528,0502*	-	-
S x R	2	9,2168	-	-
R x C <sub>T</sub>	4	282,5401*	-	-
Resíduo	1788	2,4525	536	0,3968

\*P<0,01

### Conclusões

A partir do mapeamento infravermelho pode-se concluir que as codornas japonesas (*Coturnix japonica*) apresentam diferenças na temperatura superficial conforme a região corporal, sendo as áreas desprovidas de penas importantes sítios de termólise, em altas temperaturas.

**Tabela 2** Valores médios da temperatura da superfície corporal ( $T_S$ ) e temperatura cloacal ( $T_C$ ) para os diferentes efeitos analisados.

Efeito	n	$T_S$	n	$T_C$
Geral	2143	27,64	1092	40,46
Sexo (S)				
Macho	1018	25,09	285	40,30
Fêmea	1125	25,32	261	40,61
Região (R)				
Área com penas	1092	24,73	-	-
Face	538	33,68	-	-
Pernas	513	24,68	-	-
Classe de temperatura ( $C_T$ )				
$C_T$ 1 ( $T_A < 18$ °C)	485	24,67	122	40,32
$C_T$ 2 ( $18 \leq T_A < 22$ °C)	692	25,13	178	40,39
$C_T$ 3 ( $T_A \geq 22$ °C)	966	25,82	246	40,55

## Referências

- Case LA, Wood BJ, Miller SP (2012) Investigation of body surface temperature measured with infrared imaging and its correlation with feed efficiency in the turkey (*Meleagris gallopavo*) Journal of Thermal Biology 37:397-401.
- Dahlke F, Gonzales E, Gadelha AC, Maiorka A, Borges SA, Rosa PS, Filho DEF, Furlan RL (2005) Feathering, triiodothyronine and thyroxineplasma levels and body temperature of two broiler lines raised under different temperatures. Ciência Rural 35:664-670.
- Littell RC, Freund RJ, Spector PC (1991) SAS System for Linear Models. 3. ed. Cary, SAS Institute Inc.
- Malavazzi G (1989) Avicultura: manual prático. NBL Editora.
- Mauck B, Bilgmann K, Jones DD, Eysel U, Dehnhardt G (2003) Thermal windows on the trunk of hauled-out seals: hot spots for thermoregulatory evaporation. Journal of Experimental Biology 206:1727-1738.
- Nääs IA, Romanini CEB, Neves DP (2010) Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. Sci Agric 67:497-502.
- Rodrigues E (2006) Fisiologia da homeotermia. Disponível em: <http://www.ufrj/institutos/it/dau/profs/edmundado> > Acessado em: 10 de julho de 2013.
- Schmidt-nielsen K (1999) Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente. São Paulo, Santos.
- Shinder D, Rusal M, Tanny J, Druyan S, Yahav S (2007) Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. Poultry Science 86:2200-2209.
- Silva RG (2008) Biofísica ambiental: os animais e seu ambiente. Funep, Jaboticabal.
- Souza Jr JBF, Arruda AMV, Domingos HGT, Costa LLM (2013) Regional differences in the surface temperature of Naked Neck laying hens in a semi-arid environment. Int J Biometeorol 57:377-380.
- Šumbera R, Zelová J, Kunc P, Knížková I, Burda H (2007) Patterns of surface temperatures in two mole-rats (*Bathyergidae*) with different social systems as revealed by IR-thermography. Physiology & Behavior 92: 526-532.
- Tattersall GJ, Andrade DV, Abe AG (2009) Heat exchange from the toucanbill reveals a controllable vascular thermal radiator. Science 325:468-470.
- Vercese F (2010) Efeito da temperatura sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas. Dissertação Mestrado em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- Weissenböck NM, Weiss CM, Schwammer HM, Kratochvil H (2010) Thermal windows on the body surface of African elephants (*Loxodonta africana*) studied by infrared thermography. Journal of Thermal Biology 35:182-188.