

## Termografia infravermelha aplicada a emas (*Rhea americana*)

*Infrared thermography applied to rhea (Rhea americana)*

Jânio Lopes Torquato ▪ João Batista Freire de Souza Jr ▪  
João Paulo Araújo Fernandes de Queiroz ▪ Leonardo Lelis de Macedo Costa

**JL Torquato** (Autor para correspondência) ▪ **JBF Souza Jr** email: janiotorquato@hotmail.com  
▪ **JPAF Queiroz** ▪ **LLM Costa**  
Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal  
Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, Brasil.

Recebido: 31 de Março, 2015 ▪ Revisado: 22 de Abril, 2015 ▪ Aceito: 23 de Abril, 2015

**Resumo** A termografia infravermelha é uma ferramenta inovadora que vem sendo utilizada em diversas pesquisas que envolvem animais. Ferramenta utilizada para estudos de estresse térmico, termorregulação, comportamento, diagnóstico de doenças, principalmente na produção e bem-estar animal. As aves silvestres são animais que ficam tensas com presença do homem em seu ambiente, ocasionando alterações na sua fisiologia térmica e no seu comportamento. No semiárido brasileiro, as elevadas temperaturas causam ainda mais estresse a ave, em estudos que envolvam bem-estar e produção animal é importante que se utilize procedimentos e ferramentas que não causem estresse ao animal, daí a implantação da termografia infravermelha. A *Rhea americana* é uma ave silvestre, nativa do Brasil, que está ganhando espaço no mercado devido a sua carne ser saudável e outros produtos que são extraídos dela. Pouco se conhece sobre a fisiologia térmica e comportamento desta ratita, isso é imprescindível para melhorar as instalações aviárias a fim de oferecer um ambiente agradável e aumentar a produção. As aves e as outras ratitas como o avestruz, emu, kiwi e o casuar utilizam algumas áreas corporais para dissipar o calor corporal, as áreas são: pernas, o bico e o pescoço. Todas estas áreas corporais utilizadas pelas aves para dissipar calor foram encontradas utilizando a termografia infravermelha. Por ser uma ratita, a *Rhea americana* pode utilizar as mesmas regiões corporais para se diminuir o estresse calórico. Portanto, a termografia é fundamental para os estudos de termorregulação de emas em ambientes quentes.

**Palavras-chave:** animais silvestres, aves, ema, nordeste, semiárido

**Abstract** Infrared thermography is an innovative tool that has been used in several studies involving animal. This tool used to study heat stress, thermoregulation, behavior, disease diagnosis, mainly in the animal production and animal welfare. Wild birds are animals that get tense with the presence of man in his environment, causing changes in its thermal physiology and behavior. In the Brazilian semiarid, high temperatures cause further stress the birds, in studies involving animal welfare and animal production is important to use procedures and tools that do not cause stress to the animal, hence the implementation of infrared thermography. The *Rhea americana* is a wild bird, native to Brazil, which is gaining market share because of its meat is healthy and other products that are extracted from it. Little is known about the thermal physiology and behavior of this ratita, it is essential to improve poultry facilities in order to provide a pleasant environment and increase production. Birds and other ratites as the ostrich, emu, kiwi and cassowary use some body areas to dissipate body heat, the areas are: legs, beak and neck. All these body areas used by birds to dissipate heat were found using infrared thermography. Being a ratita, *Rhea Americana* can use the same body regions to reduce heat stress. So, infrared thermography is critical to the thermoregulatory studies of rheas in hot environments.

**Keywords:** wild animal, bird, rhea, northeast, semi-arid

## Introdução

A região neotropical, que compreende território desde o México até o sul da América do Sul, que inclui o nordeste brasileiro. O nordeste brasileiro possui o clima semiárido caracterizado pelos índices elevados de radiação solar e temperatura do ar (Façanha et al 2010), que a temperatura do ar ultrapassa facilmente a zona de conforto térmico de diversos animais, assim é importante que os animais consigam suportar as elevadas temperaturas (Souza Jr et al 2015). Diversos componentes juntos influenciam no conforto térmico animal, que compreende a sua cobertura externa e aspectos corporais como tamanho, formato e área de superfície (Silva 2000).

Com o propósito de melhorar avaliações, observações e medidas de temperatura superficial corporal dos animais, a tecnologia infravermelha foi desenvolvida com grande potencial para ser utilizada na produção animal e avaliar com precisão a temperatura superficial do animal (Cook et al 2006; Knížková et al 2007). Esta ferramenta é muito utilizada na área de bem estar animal para detectar e diagnosticar doenças (Knížková et al 2007; Dunbar et al 2009) e também em zoológicos e animais selvagens (Roberto e Souza 2014).

A tecnologia infravermelha consiste num detector infravermelho que transforma a energia infravermelha num sinal elétrico que é similar à temperatura superficial (Tessier et al 2003). A termografia infravermelha é uma ferramenta que não necessita ter o contato direto com animal, ou seja, não invasiva, que possibilita um mapeamento da temperatura superficial do animal não interferindo no seu comportamento e, pode ser implantada em diversas atividades que envolvam a produção de aves (Nääs et al 2010).

Com o uso dessa ferramenta já foram feitos mapeamentos de temperatura superficial de mamíferos (Mauck et al 2003; Šumbera et al 2007; Weissenböck et al 2010) e aves (Tattersall et al 2009). Nestes estudos os autores encontraram que diferentes regiões corporais possuem temperaturas superficiais distintas, e que estas regiões corporais podem agir de forma distinta na regulação da temperatura corporal.

A forma como o animal perde calor para o meio depende dos mecanismos que ele possui para dissipá-lo, que podemos citar a transpiração, respiração e a secreção de suor pelas glândulas sudoríparas. Diante de um aumento da temperatura corporal por meio do ganho de calor do ambiente, a transpiração ou a secreção de suor também aumentará, regulando a temperatura corporal e evitando o ganho exagerado de calor pelo animal (Ferreira et al 2009).

No entanto, as aves não possuem glândulas sudoríparas e transpiram, assim, não conseguem dissipar o calor por este mecanismo, que tem a função de regular a temperatura corporal, assim a dissipação do calor ocorre pela

via respiratória (Baêta e Souza 2010, Takahashi et al 2009; Abreu et al 2012) por ofegação e pelas superfícies corporais sem cobertura de penas como cristas, barbelas e área sobre as asas, promovendo a perda de calor por radiação, convecção e condução (Macari e Furlan 2001).

As superfícies corporais sem penas são repletas de vasos sanguíneos que com o aumento da vasodilatação periférica aumenta a perda de calor por mecanismos sensíveis (Takahashi et al 2009). As superfícies corporais que são cobertas por penas funcionam como isolante térmico, possibilitando que a temperatura corporal da ave permaneça constante (Bouzida et al 2009; Abreu et al 2012), principalmente em ambientes frios.

A ema (*Rhea americana*) é uma das maiores espécies de aves silvestres da América do Sul. A ema pode ser encontrada em várias regiões da América do Sul (Sick 1997), como também na região nordeste do Brasil, Rio Grande do Norte, dentro da Unidade de Conservação. A Unidade de Conservação que a ema pode ser encontrada é a Estação Ecológica do Seridó, localizada no município de Serra Negra do Norte (Major et al 2004).

De acordo com os estudos realizados com emas, não há estudos com foco na termorregulação e os meios que ela utiliza para dissipar o calor ganho em excesso do ambiente semiárido brasileiro. Devido ao mercado crescente de consumo de produtos derivados de ratitas (Giannoni 1996; Giannoni 1998; Toledo e Tavares 2003; Pereira et al 2006) é necessário desenvolver estudos que visem a melhoria nas instalações, bem-estar e o conforto térmico durante o processo de produção e criação destas aves. O objetivo da revisão é mostrar a ferramenta infravermelha como um equipamento importante para realizar o mapeamento da temperatura superficial de aves silvestres, principalmente pela *Rhea americana*, que auxilia na produção e bem estar animal das aves.

## *Rhea americana*

A *Rhea americana* é uma ave que pertence ao grupo das ratitas. As ratitas são aves de grande porte que não são capazes de voar, mas em compensação conseguem correr em alta velocidade (Codenotti et al 1995). As ratitas estão representadas por outras aves distribuídas pelo mundo: na África pelo avestruz (*Struthio camelus*); na Austrália pelo casuar (*Casuaris spp.*) e emú (*Dromaius novaehollandiae*); na Nova Zelândia pelo quiwi (*Apteryx*) (Sick 1997). A ema, mesmo sendo uma ave silvestre, pode ser domesticada e criada em cativeiro, devido ter uma boa aprovação no comércio (Mendes 1997).

Entre as ratitas, as espécies mais exploradas no comércio da carne são: avestruz, emú e a ema (Giannoni 1996; Giannoni 1998; Pereira et al 2006). A ema possui uma

carne foi apreciada por pessoas, e pode ser considerado um alimento saudável, pois possui sua carne contém pouca gordura (Pereira et al 2006). No mercado existem outros produtos oriundos das emas como a pluma e o óleo (Toledo e Tavares 2003). A sua gordura é utilizada na produção de cosméticos e remédios e dos ovos não fertilizados é feito artesanato (Navarro e Martela 1999).

As ratitas são espécies de dieta bem diversificada, as quais consomem frutos, folhas, sementes, invertebrados e pequenos animais. Estas aves engolem fragmentos de pedras que auxiliam o sistema digestório na trituração dos alimentos e por serem curiosas, acabam engolindo outros objetos encontrados no ambiente. A ema é uma bem adaptada a ambientes de clima seco, pois consomem pouca água (Cicco 2007).

As aves são homeotérmicas e apresentam temperatura do núcleo do corpo em torno de 40° C (Mount 1979). As ratitas possuem fisiologias semelhantes umas as outras e, também, em relação às temperaturas corporais. O avestruz, por ser a maior entre as demais, possui a temperatura corporal maior, na faixa de 39,2°C. As temperaturas corporais do casuar e do emú variam entre 38.8 e 39.2°C. Já os kiwis, a sua temperatura varia entre 37.8 e 39°C (Mount 1979).

### **Termorregulação em aves**

Em climas tropicais, as trocas de calor entre animal e o meio define se o ambiente é estressante ou não interfere no conforto térmico do animal. O animal ganha calor por meio de mecanismos sensíveis, latentes e de todas as superfícies ao redor do animal. (Takahashi et al 2009). Os animais utilizam mecanismos não - evaporativos (radiação, convecção e condução) e evaporativos (respiração e ofegação) para trocar calor com seu ambiente para manter equilibrada a temperatura corporal. Os mecanismos evaporativos é um dos principais meios para a dissipação de calor corporal do animal para o ambiente quando os mecanismos sensíveis não influenciam nas trocas térmicas (Silva 2008).

Os mecanismos não evaporativos dependem da existência do gradiente de temperatura entre a superfície corporal do animal e o ambiente. As trocas térmicas convectivas acontecem através de uma diferença entre a temperatura de uma superfície sólida e uma líquida ou gasosa, em movimento no ambiente. A condução é a troca de calor entre um objeto ou partícula que possui mais energia térmica para um com menos energia térmica, por meio do contato direto. A radiação é a transferência de calor pela emissão de energia térmica, por meio de ondas eletromagnéticas ou fótons (Cengel e Boles 2007).

Embora incapacitadas para o voo, as emas possuem asas relativamente grandes, que supostamente funcionam no equilíbrio térmico, para chamar a atenção das fêmeas durante

a corte (Huchzermeyer 2000). A termorregulação das aves pode ser feita pela alteração do fluxo de sangue na superfície corporal ou pela modificação da taxa evaporativa pelo sistema respiratório (Richards 1971).

As aves possuem uma camada de penas na superfície corporal que tem função de mantê-la aquecida em ambientes com baixas temperaturas, pois a ação vasomotora nessas regiões corporais é reduzida e são caracterizadas como vasos conservadoras (Richards 1971; Shinder et al 2007). As regiões cobertas por penas comprometem diretamente a eficácia da termólise não evaporativa (Malheiros et al 2000; Silva 2001). Entretanto, regiões corporais desprovidas de penas, como a área facial e pernas, são essenciais para a regulação térmica; assim como, regiões ricamente vascularizadas como crista e barbela (Macari e Furlan 2001).

No entanto, as variações na idade e no horário do dia, são fatores que influenciam diretamente na temperatura corporal das aves (Tessier et al 2003) A temperatura de diferentes regiões do corpo são distintas devido ao fluxo sanguíneo, metabolismo e profundidade em relação a sua superfície. O fluxo sanguíneo é processo importante para distribuir o oxigênio e transportar o calor pelo corpo. É por meio do fluxo sanguíneo que o calor é transportado para a superfície corporal e dissipado para o ambiente (Takahashi et al 2009).

Kotrba et al (2007) apresentaram que a câmera termográfica ajudou a entender a termorregulação devido as alterações na temperatura superficial dos animais, e que esta ferramenta mostrou o efeito direto dos fatores ambientais sobre conforto térmico do animal. Ferreira et al (2011) mostraram que a tecnologia infravermelha é hábil para verificar a perda de calor oriundo do metabolismo de aves jovens.

Phillips e Sanborn (1994) estudaram a temperatura superficial do avestruz, emú e o casuar utilizando a tecnologia infravermelha. Os autores mostraram que as três espécies têm estratégias parecidas de termorregulação. As três aves utilizam diferentes regiões corporais para perder calor de acordo com as mudanças da temperatura do ar, as quais as regiões corporais mais utilizadas são as pernas, o bico e o pescoço. A *Rhea americana* é fisiologicamente similar as outras ratitas e com isso pode utilizar as mesmas estratégias e regiões corporais para dissipar o calor para o ambiente.

### **Termografia infravermelha**

A termografia infravermelha é uma ótima ferramenta para se estudar a regulação térmica do animal (Knizkova et al 2007). Para que ocorram trocas térmicas através de mecanismos sensíveis é fundamental que exista diferença entre a temperatura da superfície do animal e a temperatura ambiente. (Yahav et al 2004).

A termografia infravermelha pode ser utilizada em estudos com animais domésticos e silvestres. Caracterizando-se como uma técnica que não causa mudanças no comportamento e na fisiologia do animal, de diagnóstico rápido, com alta precisão e confiança. Conseguem mensurar a temperatura de qualquer superfície móvel, perto ou distante ou de difícil aproximação; permitindo avaliar vários alvos simultaneamente e visualizar variações rápidas de temperatura (Cortizo et al 2008).

Esta tecnologia é implantada na área de Biometeorologia, complementando os estudos de trocas térmicas entre animais e o ambiente (Tessier et al 2003; Yahav et al 2004; Souza et al 2008). Entre os benefícios dessa tecnologia, está a possibilidade de visualizar imagens térmicas de aves, as quais são utilizadas para avaliar o estresse térmico e o grau de conforto térmico por meio do mapeamento da temperatura superficial do corpo (Malheiros et al 2000; Tessier et al 2003; Yahav et al 2004).

As imagens termográficas permitem, também, um melhor entendimento sobre a termorregulação junto às mudanças da temperatura da superfície corporal e a influência do ambiente no bem-estar do animal (Kotrba et al 2007). Isto é possível porque a temperatura superficial do animal é distribuída diferentemente ao longo do corpo. Assim, cada região emite uma radiação infravermelha distinta e que é demonstrada por uma cor segundo uma escala de tonalidades (Martins 2011).

Symonds e Tattersall (2010) mostraram que a termografia infravermelha conseguiu revelar que a região do bico do *Ramphastos toco* é utilizado para as trocas térmicas entre a ave e o ambiente, servindo de radiador térmico. A termografia pode ser utilizada em estudos que envolvam o gasto energético do animal durante um exercício. Zerba et al (1999) mensuraram o gasto energético de uma ave *Carpodacus mexicanus* em atividade e descansando num túnel de vento, e não encontraram diferença na temperatura superficial, mostrando que o calor gerado durante uma atividade é proveniente de um mecanismo de termorregulação em comum.

McCarfetty et al (2013) utilizaram a termografia infravermelha para mensurar a variação na temperatura superficial do pinguim imperador. Os autores encontraram uma variação na temperatura superficial entre diferentes regiões corporais, o qual foi registrado que as regiões sem cobertura de pelos e com pelos espaçados garantiam a perda de calor do interior do corpo da ave.

McCarfetty et al (1998) realizaram um estudo com a tecnologia infravermelha para descrever os padrões térmicos da coruja *Tyto alba* em duas condições: empoleirada e em voo. Os autores encontraram elevadas temperaturas superficiais na cabeça, no abdômen e nos músculos das asas, isso revela que estas regiões corporais são responsáveis por grande parte da dissipação de calor corporal na ave,

principalmente pela cabeça e pelos músculos das asas. A termografia infravermelha foi eficiente para mensurar a temperatura interna da ave *Anas platyrhynchos* por meio da remoção e medição de uma pequena quantidade de penas da plumagem (Bakken et al 2005).

### Considerações Finais

A termografia infravermelha é uma ferramenta muito eficiente para estudos de qualquer ramo da ecologia, produção animal, bem-estar animal, medicina veterinária e zootecnia. É uma tecnologia que pode ser utilizada sem nenhum problema em aves silvestres em cativeiro direcionados a produção e bem-estar, diagnóstico de doenças e comportamento (McCarfetty et al 2013), por exemplo, em *Rhea americana* e outras ratitas. Este equipamento permite que a coleta de dados em estudos com aves silvestres seja feita a uma distância que não influencie ou cause alterações na fisiologia, no comportamento e no bem-estar. Portanto, a termografia infravermelha é eficaz para os estudos sobre fisiologia térmica e contribuir para o aumento na produção e bem-estar de emas.

### Referências

- Abreu PG, Abreu VMN, Coldebella A, Hassemer MJ, Tomazelli IL (2012) Medidas morfológicas em função do peso e da idade da ave, por meio de imagens. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 16:795-801.
- Baêta FC e Souza CF (2010) Ambiência em edificações rurais - conforto animal. Viçosa, UFV.
- Bakken GS, Van Sant MJ, Lynott AJ, Banta MR (2005) Predicting small endotherm body temperatures from scalp temperatures. Journal of Thermal Biology 30: 221-228.
- Bouzida N, Bendada A, Maldague XP (2009) Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. Journal of Thermal Biology 34: 120-126.
- Cengel YA, Boles MA (2007) Energy, energy transfer and general energy analysis. In Cengel YA (ed) An Engineering Approach, McGraw-Hill, New York.
- Cicco LHS (2007) Fauna brasileira: ema. <http://www.saudeanimal.com.br>. Acessado em 11 de março de 2015.
- Codenotti TL, Beninca D, Alvarez F (1995) Etograma y relación de la conducta con el habitat y con la edad en el ñandú. Doñana, Acta Vertebrata 22:65-86.
- Cook NJ, Smykot AB, Holm DE, Fasenko G, Church JS (2006) Assessing feather cover of laying hens by infrared thermography. Journal of Applied Poultry Research 15:274-279.
- Cortizo EC, Barbosa MP, Souza LAC (2008) Estado da arte da termografia. Fórum Patrimônio: ambiente construído e patrimônio sustentável, 2:158-193.
- Dunbar MR, Johnson SR, Rhyon JC, McCollum M (2009) Use of infrared thermography to detect thermographic changes in mule

- deer (*Odocoileus hemionus*) experimentally infected with foot - and - mouth disease. *Journal of zoo and wildlife medicine*, 40:296-301.
- Façanha DAE, Silva RG, Maia ASC, Guilhermino MM, Vasconcelos AM (2010) Variação anual de características morfológicas e da temperatura do pelame de vacas da raça Holandesa em ambiente semiárido. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 837-844.
- Ferreira F, Campos WE, Carvalho AU, Pires MFA, Martinez ML, Silva MVGB, Verneque RS, Silva PF (2009) Taxa de sudação e parâmetros de bovinos submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 61:763-768.
- Ferreira VMOS, Francisco NS, Belloni M, Aguirre GMZ, Caldara FR, Nääs IA, Garcia RG, Almeida Paz ICL, Polycarpo GV, (2011) Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. *Brazilian Journal of Poultry Science* 13:113-118.
- Giannoni ML (1996) Emas e avestruzes, uma alternativa para o produtor rural. Funep, Jaboticabal.
- Giannoni ML (1998) Viabilidade da exploração de ratitas em São Paulo. *Biológico, São Paulo*, 1:91-96.
- Huchzermeyer FW (2000) Doenças de avestruz e outras ratitas. Funep, Jaboticabal.
- Knizkova I, Kunc P, Gürdil KAG, Pınar Y, Selvi ÇK (2007) Applications of infrared thermography in animal production. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences* 22:329-336.
- Kotrba R, Kunc P, Gürdil GAK, Pınar Y, Selvi KC (2007) Applications of infrared thermography in animal production. *Journal of the Faculty of Agriculture* 22:329-336.
- Macari M e Furlan RL (2001) Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: Silva IJ (ed) *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Funep, Piracicaba.
- Major I, Sales Jr LG, Castro R (2004) *Aves da Caatinga*. Fundação Demócrito Rocha, Fortaleza.
- Malheiros RD, Mows KMB, Brunp LDG, Malheiros EB, Furlan RL, Macari M (2000) Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post - hat. *Journal of Applied Poultry Science* 9:111-117.
- Martins RFS (2011) Índices de conforto térmico e temperatura superficial em ovinos por termografia infravermelha. Dissertação, Universidade de Brasília.
- 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? *The Journal of Experimental Biology* 206:1727-1738.
- McCafferty DJ, Moncrieff JB, Taylor IR, Boddie GF (1998) The use of IR thermography to measure the radiative temperature and heat loss of a Barn Owl (*Tyto alba*). *Journal of Thermal Biology* 23:311-318.
- McCarfetty DJ, Gilbert C, Thierry AM, Currie J, Maho YL, Ancel A (2013) Emperor penguin body surfaces cool below air temperature. *Biology Letters* 9:1-4.
- Mendes BV (1997) Criação de animais silvestres em cativeiro. In *Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semi - árido*. SEMACE, Fortaleza.
- Mount LE (1979) *Adaptation to thermal environment: man and his productive animals*. University Park Press, Baltimore.
- Nääs AI, Nascimento GR, Baracho, SM, Moura, DJ (2010) Utilização de Imagens Termográficas na Produção de Frangos de Corte. Artigo técnico. <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/foruns/artigo-utilizacao-imagens-termograficas-t200/124-p0.htm>. Acessado em 05 de março de 2015.
- Navarro J, Martela M (1999) Criação de animais silvestres. <http://www.sunsite.dcc.uchile.cl/ciencia/cien..a/volumen1/numero2/noticias.html>. Acessado em 11 de março de 2015.
- Pereira AV, Romanelli PF, Scriboni AB, Orlandini FP (2006) Rendimentos do abate e composição da carne de ema (*Rhea americana*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26:632-638.
- Phillips PK, Sanborn AF (1994) An infrared, thermographic study of surface Temperature in three ratites: ostrich, emu And double-wattled cassowary. *Journal of Thermal Biology* 19:423-430.
- Richards AS (1971) 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*, 216:1-10.
- Roberto JVB, Souza BB (2014) Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 2:73-84.
- 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.
- Sick H (1997) *Ordem Rheiformes - emas: família Rheidae*. In: Sick H (ed) *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro.
- Silva IJO (2001) *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Funep, Piracicaba.
- Silva RG (2000) *Introdução a bioclimatologia animal*. Nobel, São Paulo.
- Silva RG (2008) *Biofísica ambiental - os animais e seu ambiente*. Funep, Jaboticabal.
- Souza Jr JBF, Oliveira VRM, Arruda AMV, Silva AM, Costa LLM (2015) The relationship between corn particle size and thermoregulation of laying hens in an equatorial semi - arid environment. *International Journal of Biometeorology* 59:121-125.
- Souza BB, Souza ED, Cezar MF, Souza WH, Santos JRS, Benicio TMA, (2008) Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. *Ciências e Agrotecnologia* 32:275-280.
- 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.
- Symonds MRE, Tattersall GJ (2010) Geographical variation in bill size across bird species provides evidence for Allen's Rule. *The American Naturalist* 176:188-197.
- Takahashi LS, Biller JD, Takahashi KM (2009) *Bioclimatologia Zootécnica*. Unesp, Jaboticabal.
- Tattersall GJ, Andrade DV, Abe AS (2009) Heat exchange from the toucan bill reveals a controllable vascular thermal radiator. *Science* 325:468-470.
- Tessier M, Du Tremblay D, Klopfenstein C, Beauchamp G, Boulianne M (2003) Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. *Poultry Science* 82:846-849.

Toledo LR; Tavares D (2003) Emas: opção nativa. Globo Rural 18: 28 - 37.

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.

Yahav S, Straschnow A, Luger D, Shinder D, Tanny J, Cohen S (2004) Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. Poultry Science 83: 253 - 258.

Zerba E, Dana AN, Lucia MA (1999) The influence of wind and locomotor activity on surface temperature and energy expenditure of the Eastern House Finch (*Carpodacus mexicanus*) during cold stress. Physiological and Biochemical Zoology 72:265-276.