

AVALIAÇÃO DAS TROCAS DE CALOR DE CODORNAS JAPONESAS EM AMBIENTES DE CONFINAMENTO

**Rafael Costa Silva¹, José Wallace Barbosa do Nascimento², Thiago Galvão Sobrinho³
Ladyanne Raia Rodrigues⁴, Patrício Gomes Leite⁴**

¹ Prof. Assistente da Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE/UAST), (83) 9.8806.1868, Rafael_brazil@hotmail.com

² Prof. Titular da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/UAEA)

³ Graduando em Engenharia Agrícola da UFCG

⁴ Doutorandos do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFCG

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Um dos grandes desafios para a produção avícola é o controle de fatores ambientais externos e o microclima no interior das instalações, pois estes exercem efeitos diretos e indiretos sobre a produção animal. Sabe-se que o animal comporta-se como um sistema termodinâmico, que continuamente troca energia com o ambiente inserido. Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar, através de equações empíricas, trocas de calor entre as aves e os ambientes submetidos. Este trabalho foi desenvolvido em câmara climática, na Universidade Federal de Campina Grande, com codornas japonesas confinadas em três temperaturas, duas velocidades do ar e com umidade relativa constante. Foram determinados a troca de calor por radiação e convecção. A troca de calor por radiação apresentou valores inferiores em relação a perda de calor por convecção. A velocidade do ar influenciou diretamente a perda de calor por convecção, onde praticamente dobrou seus valores quando a velocidade era de 2,0 m/s.

PALAVRAS-CHAVE: termodinâmica; ambiência animal; conforto térmico.

EVALUATION OF HEAT EXCHANGES OF JAPANESE QUAILS IN FEEDLOT ENVIRONMENTS

ABSTRACT: One of the major challenges for poultry production is the control of external environmental factors and the microclimate inside the facilities, since these have direct and indirect effects on animal production. It is known that the animal behaves as a thermodynamic system, which continuously exchanges energy with the inserted environment. Thus, the objective of this work was to estimate, through empirical equations, heat exchanges between the birds and the environments submitted. This work was developed in a climatic chamber at the Federal University of Campina Grande, with Japanese quails confined in three temperatures, two air velocities and with constant relative humidity. The heat exchange by radiation and convection were determined. The heat exchange by radiation presented inferior values in relation to the loss of heat by convection. The air velocity directly influenced the loss of heat by convection, where it practically doubled its values when the velocity was 2.0 m / s.

KEYWORDS: thermodynamics; animal welfare; thermal comfort.

INTRODUÇÃO: O manejo, associado às condições climáticas e estruturais das instalações, tem influência na produção e na produtividade, sendo os principais fatores que interferem na produção: qualidade do ar, ventilação, umidade relativa e temperatura do ar, incidência de radiação solar

diretamente na gaiola, consumo e qualidade da ração, qualidade e temperatura da água, além do manejo. A exposição de aves às condições térmicas desfavoráveis, como temperaturas e umidades relativas do ar acima da zona de conforto térmico, resulta em aumento da temperatura corporal e alcalose respiratória, exercendo impacto negativo sobre o desempenho do animal (Furlan, 2005). O animal comporta-se como um sistema termodinâmico, que continuamente troca energia com o ambiente. Nesse processo, os fatores externos do ambiente tendem a produzir variações internas no animal, influenciando na quantidade de energia trocada entre ambos (Baêta & Souza, 2010). Objetivou-se, neste trabalho, estimar, através de equações empíricas, as trocas de calor sensível entre as aves e os ambientes submetidos.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LaCRA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg) da Universidade Federal de Campina Grande, na cidade de Campina Grande - PB, no período entre Abril e Julho de 2016, utilizando-se de uma câmara climática com dimensões 6,14 m de comprimento, 2,77 m de largura e 2,60 m de altura, resultando em uma área de 17 m² e um volume de 44,22 m³, de acordo com a Figura 1.

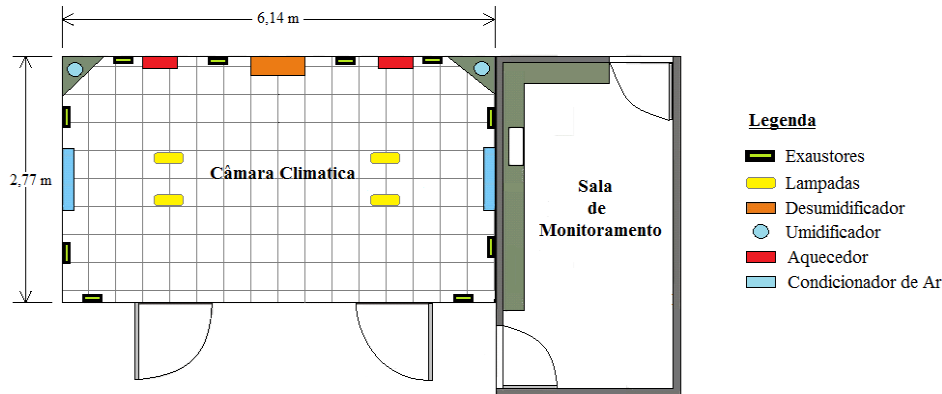


Figura 1. Layout representativo da câmara climática

No interior da câmara climática, foram instaladas três minicâmaras (câmaras com túnel de vento), onde ficaram alojadas, em uma gaiola metálica, 10 codornas japonesas. Essas minicâmaras foram confeccionadas nos materiais aço zincado e vidro. Foram utilizadas um total de 30 codornas na pesquisa, distribuídas igualmente nas três minicâmaras. A linhagem utilizada foi a Coturnix coturnix japonica, a partir da 12^a semana de idade. Após o período pré-experimental, iniciou-se o período experimental, que teve duração de 84 dias, com as aves submetidas a 2 semanas em cada condição ambiental pré-estabelecida. A coleta de dados (incluindo a coleta e quantificação dos ovos) foi realizada nos dois últimos dias da segunda semana de cada ciclo.

Ao longo de todo o período do experimento, foram monitoradas as seguintes variáveis meteorológicas no interior da câmara climática: temperatura do ar ajustada nos níveis de 20, 26 e 32 °C. A umidade relativa do ar foi estabelecida em 65%. A velocidade do ar nas minicâmaras foi controlada por dimmers (controladores de corrente elétrica), sendo estabelecidas em dois níveis: 0,5 e 2,0 m s⁻¹, aferidas com o auxílio de anemômetro portátil.

O monitoramento das variáveis microclimáticas (temperatura e umidade relativa do ar) na saída de cada minicâmara foi realizado com o auxílio do sensor DHT11, aferindo em tempo real essas variáveis. O componente desse dispositivo portátil, responsável pelo o processamento, armazenamento e transmissão dos dados, foi o microcontrolador Arduino UNO. Através do microcontrolador, foi possível implementar rotinas de leitura de sinais de portas digitais, bem como algoritmos de tratamento dos dados medidos pelos sensores.

As perdas de calor sensível por radiação (Q_R), por convecção (Q_C), desprezando a perda de calor por condução (pois a troca de calor por contato é muito pequena), foram calculadas ao final de cada ciclo, no período de coleta dos dados, utilizando-se as Equações 1, 2, 3, e 4 como recomendam Yahav et al. (2004) e Brecht et al. (2005):

$$Q_r = e \sigma A (T_s^4 - T_{ar}^4) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$Q_c = h A (T_s - T_{ar}) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$Q_{ts} = Q_r + Q_c \quad (\text{Eq. 3})$$

$$h = 0,336 \cdot 4,184 (V_{ar} \cdot 100)^{1/2} \quad (\text{Eq. 4})$$

Q_r - calor radiante, $W m^{-2}$;
 Q_c - calor convectivo, $W m^{-2}$;
 Q_{ts} - calor total sensível, $W m^{-2}$;
 e - emissividade (0,95);
 σ - constante de Stefan-Boltzman, $5,6691 \times 10^{-8}$, $W m^{-2}K^{-1}$;
 A - área da superfície da ave, m^2 ;
 h - coeficiente de transferência de calor por convecção, $(W (m^2 \cdot K)^{-1})$;
 T_s - Temperatura superficial das aves, K;
 T_A - Temperatura do ar ambiente, K;
 V_{ar} - Velocidade do ar, $m s^{-1}$.

O delineamento utilizado na pesquisa foi o de arranjo fatorial de 3x2 (três temperaturas e duas velocidades do ar). Para a comparação múltipla das médias foi utilizado o teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do programa Assistat® (Silva, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As perdas de calor ocorrem pelos meios sensíveis, e em condições agudas de estresse, pelas formas latentes de troca térmica com o meio. Intrinsecamente ligado às trocas de calor entre as aves e o ambiente, o conhecimento da área superficial das aves torna-se necessário, pois as trocas de calor sensível e latente ocorrem através dessa área. Através da Equação 6, função apenas da massa dos animais, foram obtidos valores médios para área superficial de 0,017911 m^2 para codornas que apresentaram um peso médio de 178,33 g.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados alcançados com as trocas de calor observadas em codornas mantidas em confinamento nas condições de estresse pelo frio - 20 °C; zona de termoneutralidade - 26 °C; e, finalmente, estresse pelo calor - 32 °C, sendo todas as condições térmicas combinadas com 2 velocidades do ar - 0,5 e 2,0 $m s^{-1}$ no interior das minicâmaras, consideradas fundamentais nas trocas convectivas. Nesta pesquisa, as trocas de calor sensível pelas codornas, através do processo de condução não foram incluídas por serem consideradas muito baixas ou insignificantes.

Tabela 1. Trocas de calor por radiação (QR), convecção (QC) e calor total (QT)

| Temperatura (°C) | Velocidade do ar ($m s^{-1}$) | Temperatura Superficial Média (TSM) (°C) | QR ($W m^{-2}$) | QC ($W m^{-2}$) | QT ($W m^{-2}$) |
|------------------|---------------------------------|--|-------------------------|-------------------|-------------------|
| 20 | 0,5 | 29,1 | $5,0766 \times 10^{-4}$ | 1,7614 bB | 1,7619 bB |
| | 2,0 | 27,1 | $3,3622 \times 10^{-4}$ | 2,4357 aA | 2,4360 aA |
| 26 | 0,5 | 31,4 | $5,1690 \times 10^{-4}$ | 1,2244 bB | 1,2249 bB |
| | 2,0 | 32,8 | $6,9566 \times 10^{-4}$ | 2,7892 aA | 2,7899 aA |
| 32 | 0,5 | 37,2 | $1,0659 \times 10^{-3}$ | 1,5466 bB | 1,5476 bB |
| | 2,0 | 35,6 | $7,6802 \times 10^{-4}$ | 2,2000 abA | 2,2007 abA |

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si entre nas três temperaturas (coluna) pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas, para uma mesma coluna, não diferem entre si entre as velocidades do ar na mesma temperatura, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Nesta pesquisa, as trocas de calor por radiação dependeram, fundamentalmente, do gradiente de temperatura entre a superfície do animal e o ambiente; à medida que estas temperaturas se aproximaram por aumento da temperatura ambiente, o fluxo de calor radiante foi aumentando (mas não a ponto de diferirem estatisticamente), como pode se inferir da Equação 1, utilizada para cálculo das trocas radiativas nesta pesquisa. Esses resultados foram confirmados por Giloh et al. (2012) ao citarem 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.

No cálculo das trocas radiativas, considerou-se apenas radiação com comprimento de ondas longas, pelo fato de não haver incidência de radiação uma vez que aves se encontram confinadas no interior de câmara climatizada e, portanto, ao abrigo da radiação solar. Observou-se, ainda, que as velocidades do ar estudadas não apresentaram efeitos significativos sobre as trocas radiativas de calor em todos os tratamentos analisados.

As trocas de calor por convecção ocorrem quando uma corrente de fluido, neste caso o ar, retira energia térmica em um dado corpo (aves) e então se desloca para outro local, onde se mistura com porções mais frias desse fluido e para elas transfere a energia térmica, envolvendo os efeitos combinados de condução e movimento do fluido. Qualquer objeto envolto pela atmosfera, cuja temperatura seja menor que a temperatura superficial do objeto em estudo, no caso aves, apresenta uma porção superficial de ar que está em contato direto com estes, adquirindo dessa maneira uma temperatura mais próxima da superfície do que da atmosfera circundante (Silva & Sevegnani 2001).

Ainda de acordo com a Tabela 1, observa-se que as trocas radiativas foram insignificantes em relação ao processo convectivo, observação constatada em todos os tratamentos analisados nesta pesquisa, e da mesma forma em relação às perdas totais de calor pelas aves (QT). No geral, deve-se considerar que as trocas sensíveis devem ser maximizadas, quando comparadas com as trocas latentes, uma vez que representam um menor custo energético e metabólico. A maximização das perdas sensíveis também pode ser fundamental para a prevenção de hipertermia decorrente da desidratação, que ocorre após um período de ofegação intensa das aves (YAHAV et al., 2004). As estratégias de climatização devem ser voltadas a permitir a existência de um diferencial de temperatura entre a superfície do animal e o ambiente.

CONCLUSÕES: A troca de calor por radiação apresentou valores bem inferiores em relação a perda de calor por convecção. A velocidade do ar influenciou diretamente a perda de calor por convecção, onde praticamente dobrou seus valores quando a velocidade era de $2,0 \text{ m s}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Ambiência em edificações rurais, conforto animal*. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010. 269p.
- Brecht, A.; 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.
- Furlan, R. L. Influência do calor na fisiologia de poedeiras. In: *Curso De Atualização Em Avicultura Para Postura Comercial*, 2005, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 2005, p. 96- 118.
- 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, p.175-188, 2012.
- Silva, I. J. O.; Sevegnani, K. B. *Ambiência na produção de aves de postura*. In: *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, p.150- 214, 2001.
- Yahav, S.; Straschnow, A.; Luger, D.; Shinder, D.; Tanny, J.; Cohen, S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poultry Science*, v.83, p.253-258, 2004.