

METODOLOGIA FUZZY APLICADA À PREDIÇÃO DA TEMPERATURA SUPERFICIAL DE FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS À ESTRESSE TÉRMICO

LUCAS HENRIQUE PEDROZO ABREU¹, MARCELO BAHUTI², TADAYUKI YANAGI JUNIOR³, FLÁVIO ALVES DAMASCENO⁴, LEONARDO SCHIASSI⁵,

¹ Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, lucas.abreu@deg.ufla.br

² Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, marcelo_bahuti@hotmail.com

³ Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, yanagi@deg.ufla.br

⁴ Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br

⁵ Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, leonardo.schiassi@deg.ufla.br

Apresentado no

XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi de avaliar e prever, por meio de um modelo *fuzzy*, a temperatura superficial de frangos de corte submetidos a estresse térmico na segunda semana de vida, com durações e intensidades variadas, em túneis de vento climatizado. Foram utilizados 240 frangos de corte, consistindo de dezesseis tratamentos (4 temperaturas x 4 durações), 3 repetições e 60 aves por etapa. O experimento foi conduzido em túneis de vento climatizados, sendo que, a umidade relativa e velocidade do ar foram fixadas em 60% e 0,2 m s⁻¹, respectivamente. No modelo *fuzzy* desenvolvido foram utilizados os métodos de inferência Mandani e na defuzzificação o do centro de gravidade. O sistema de regras foi desenvolvido com base nas combinações das entradas e saídas, no qual, atribuiu-se peso igual a 1. O modelo *fuzzy* desenvolvido foi utilizado para prever a temperatura superficial de frangos de corte no dia do estresse térmico, em função da temperatura de estresse (°C) e duração do estresse (dias). Observou-se, a partir dos resultados simulados, que o modelo desenvolvido possui alta capacidade preditiva, podendo assim, ser utilizado como suporte à tomada de decisão nos sistemas de criação de frangos de corte.

PALAVRAS-CHAVE: ambiência animal, lógica *fuzzy*, avicultura de corte

FUZZY LOGIC APPLIED TO PREDICTION THE SURFACE TEMPERATURE OF BROILERS SUBMITTED TO HEAT STRESS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate and predict, by means of a fuzzy model, the surface temperature of broilers submitted to heat stress in the second week of life, with durations and varying intensities in air-conditioned wind tunnels. Were used 240 broilers, consisting of sixteen treatments (4 temperatures x 4 durations), 3 replicates and 60 birds per step. The experiment was carried out in air-conditioned wind tunnels, and the relative humidity and air velocity were fixed in 60% and 0.2 m s⁻¹, respectively. In the fuzzy model developed methods Mandani inference and defuzzification of the center of gravity were used. The rule system was developed based on the combinations of inputs and outputs, which was given the weight of 1. The fuzzy developed model was used to predict the surface temperature of broilers on the thermal stress due to the stress temperature (°C) and stress time (days). It was observed from the simulated results, the model developed has high predictive power and can therefore be used to support decision making in the breeding of broiler systems.

KEYWORDS: Animal ambience, *fuzzy logic*, poultry production

INTRODUÇÃO: A produção de frangos de corte no Brasil e a busca por maior produtividade e qualidade do produto fornecido têm crescido nas últimas décadas, aumentando a competitividade do setor diante das novas exigências do mercado consumidor. Com o crescimento na demanda de carne de frango, buscaram-se, cada vez mais, melhorias na produtividade, assim, dever-se-á associar a criação de aves melhoradas geneticamente, uma nutrição balanceada, em um ambiente adaptado às características das aves. Neste contexto, a criação de frangos de corte em ambiente adequado, é imprescindível na avicultura moderna, tendo em vista que esta tem por objetivo alcançar alta produtividade, em espaço físico e tempo relativamente reduzidos. De acordo com NÄÄS et al. (2014), por meio da análise da temperatura da pele é possível determinar o estado físico saudável do animal. Uma forma de avaliação da temperatura superficial (t_{sup}) de frangos de corte é por meio da termografia infravermelha, que é um procedimento que não causa interferência no nicho ecológico do animal avaliado (NASCIMENTO et al., 2011). Apesar das penas obstruírem a emissão infravermelha da pele, a termografia possibilita o mapeamento térmico do corpo (SOUZA JUNIOR et al., 2013; CASTILHO et al., 2015), sendo utilizado em diversos estudos para obtenção das respostas térmicas (MAYES et al., 2014; BARNABÉ et al., 2015), visto que, a variação da t_{sup} é modificada instantaneamente quando ocorre mudanças térmicas do ambiente térmico de criação. Diante desse contexto, objetivou-se com este trabalho, desenvolver um modelo *fuzzy* capaz de prever a temperatura média superficial de frangos de corte na segunda semana de vida, submetidos a diferentes intensidades e durações de estresse térmico.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi dividida em duas fases, primeiramente, foi coletado o desempenho de frangos de corte submetidos ao estresse térmico na segunda semana de vida, e após a coleta foi desenvolvido um sistema *fuzzy* para prever o desempenho destes animais. Foram utilizados 240 frangos de corte da linhagem *Cobb*, com idade variando entre 1 e 21 dias, as aves foram obtidas com 1 dia de vida de um mesmo incubatório comercial. Em cada bateria foram utilizadas 60 aves, sendo 15 aves em cada túnel de vento, divididas em 5 aves para cada repartição, com comedouros e bebedouros independentes. Semanalmente uma ave de cada divisória foi retirada e foi levada para um ambiente de produção, assim, na terceira semana de vida, apenas três aves permaneceram em cada divisória, mantendo a densidade de criação recomendada. Diariamente avaliava-se o peso das aves e o consumo de água e da ração, que estavam disponíveis *ad libitum*. A higienização dos túneis de ventos e das gaiolas, também foi realizada diariamente, para evitar a formação de gases propiciando um ambiente adequado para o desempenho dos frangos de corte. O experimento foi realizado em quatro baterias, em 13 diferentes tratamentos e, para cada tratamento, foi analisado o desempenho diário das aves por 21 dias, considerando três repetições para cada tratamento. Durante a primeira e terceira semana de vida das aves, as temperaturas foram mantidas na zona de termoneutralidade das aves, cujos valores são de 33 °C e 27 °C, respectivamente. Em cada bateria foram avaliadas quatro temperaturas do ar na segunda semana de vida das aves (33 °C, 30 °C, 27 °C e 24 °C), a partir do oitavo dia de vida, tendo os seus limites inferior e superior extrapolados para se gerar condições de desconforto por baixas temperaturas (27 °C e 24 °C) e altas temperaturas (33 °C). Após realizar a coleta de dados, os conjuntos *fuzzy* foram elaborados para caracterizar as variáveis de saída e entrada (Figura 1) e foi determinada uma função de pertinência para cada conjunto. Buscando quantificar a importância da variação da temperatura na segunda semana de vida, nesta pesquisa, foram atribuídas como variáveis de entrada, duração do estresse térmico (dias) e a temperatura de estresse térmico (°C). Assim, foram determinados os intervalos para cada variável de entrada, conforme a Tabela 2 e suas respectivas curvas de pertinência, que foram representadas em formato triangular por melhor representar a divisão dos dados de

entrada, conforme utilizado por diversos autores como TOLON et al. (2010) e PONCIANO et al. (2012). Para as variáveis de saída, as curvas de pertinência ficaram caracterizadas como triangular, por reproduzirem melhores respostas com os valores de desvio padrão menores, sendo assim, utilizada por diversos autores (PONCIANO et al., 2012).

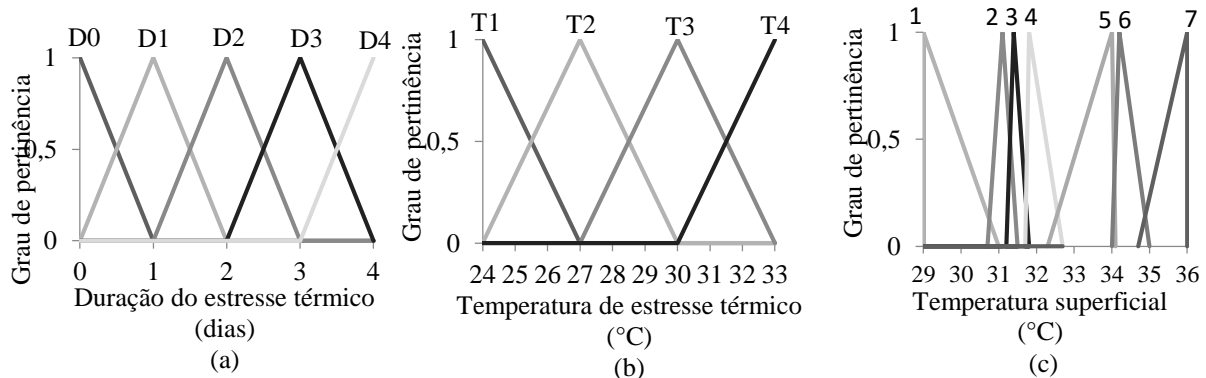


FIGURA 1. Funções de pertinência para as variáveis de entrada e saída: a) Duração do estresse térmico (dias), b) Temperatura de estresse térmico (°C) e c) Temperatura superficial ($g\ g^{-1}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com o modelo desenvolvido é possível verificar que a t_{sup} média das aves variou quando foram submetidas a baixas e altas temperaturas de estresse, corroborando, assim, com os resultados obtidos por diversos autores (WELKER et al., 2008; YAHAV et al., 2005). A superfície apresentada na Figura 2 ilustra a interação entre a temperatura de estresse térmico e a duração de estresse térmico, em função t_{sup} . As depressões na faixa da temperatura de bulbo seco do ar em 24 °C indicam onde ocorreu as menores t_{sup} . A análise pode ser feita em relação aos dias de estresse térmico e da temperatura adotada. Podemos observar que, a partir do segundo dia de duração do estresse, obtiveram-se um aumento na t_{sup} para a temperatura de bulbo seco do ar de 24 °C, indicando que as aves buscaram se adaptar ao estresse submetido. Dessa forma, pode-se afirmar que, para avaliar a temperatura superficial de frangos de corte submetidos ao estresse, deve-se utilizar a interação da temperatura do estresse térmico juntamente com a duração dessa mesma temperatura.

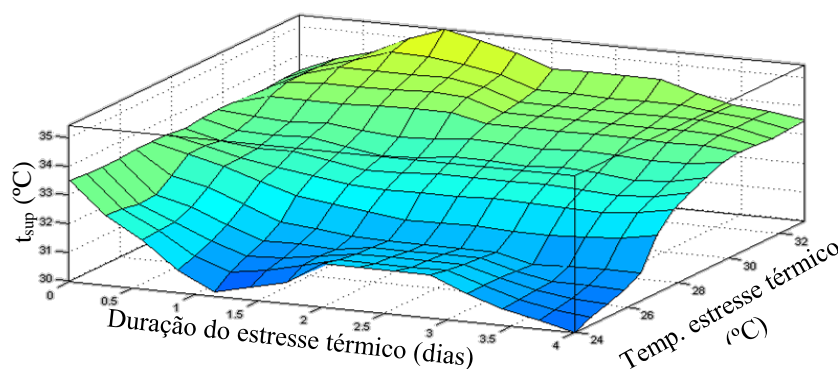


FIGURA 2- Temperatura superficial (t_{sup}) simulada em função da temperatura de estresse térmico e duração do estresse térmico para frangos de corte.

Os valores de t_{sup} simulados pelo modelo *fuzzy* em função da temperatura de estresse térmico, duração do estresse térmico e dias após o estresse térmico, na segunda semana de vida, foram comparados aos dados experimentais obtidos em túneis de vento climatizados. Foram calculados o desvio padrão médio de 0,1 °C e o correspondente erro percentual de 0,6, demonstrando, assim, eficiência do modelo *fuzzy* proposto em simular parâmetros fisiológicos.

Regressão linear simples dos valores obtidos experimentalmente e simulados pelo modelo *fuzzy* foram desenvolvidos, no qual o coeficiente de determinação (R^2) apresentado foi de 0,977.

CONCLUSÕES: A utilização da lógica *fuzzy* no estudo da temperatura superficial de frangos de corte submetidos a diferentes intensidades e durações de estresse térmico durante a segunda semana de vida fornece informações primordiais para o adequado manejo das aves, visando o correto controle do ambiente térmico.

AGRADECIMENTOS: Os autores expressam os seus agradecimentos a CAPES ao CNPq e FAPEMIG pelo suporte financeiro à esta pesquisa.

REFERÊNCIAS: BARNABÉ, J. M. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C.; JACOB, A. L. Conforto térmico e desempenho de bezerras Girolando alojadas em abrigos individuais com diferentes coberturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.5, p.481-488, maio 2015.

CASTILHO, V. A. R.; GARCIA, R. G.; LIMA, N. D. S.; NUNES, K. C.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; BARRETO, B.; JACOB, F. G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.9, n.2, p.122-131, 2015.

MAYES, S.L.; STRAWFORD, M.L.; NOBLE, S.D.; CLASSEN, H.L.; CROWE, T.G. Cloacal and surface temperatures of tom turkeys exposed to different rearing temperature regimes during the first 12 weeks of growth. **Poultry Science Association**, v.94, n.6, p.1105–1114, jun. 2014.

NÄÄS, I.A.; GARCIA, R.G.; CALDARA, F.R. Infrared thermal image for assessing animal health and welfare. **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, v.2, n.3, p.66-72, jul. 2014.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice *fuzzy* de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.219-229, mar./abr. 2011.

PONCIANO, P. F. et al. Sistema *fuzzy* para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 446-458, jun. 2012.

SOUZA JUNIOR, J. B. F.; DOMINGOS, H. G. T.; TORQUATO, J. L.; SÁ FILHO, G. F.; COSTA, L. L. M. Avaliação termográfica de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, v.1, n.2, p.61-64, out. 2013.

TOLON, Y. B. et al. Ambiências térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 1-13, 2010.

WELKER, J. S.; ROSA, A.P.; MOURA, D. J.; MACHADO, L. P.; CATELAN, F.; UTTAPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.8, p.1463-1467, ago. 2008.

YAHAV, S.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, v.61, n.3, p.419-434, dez. 2005.