

## INFERÊNCIA FUZZY PARA PREDIÇÃO DE ESTRESSE TÉRMICO EM FRANGOS DE CORTE ATRAVÉS DA TEMPERATURA CLOACAL

MARCELO BAHUTI<sup>1</sup>, LUCAS HENRIQUE PEDROZO ABREU<sup>2</sup>, TADAYUKI YANAGI JUNIOR<sup>3</sup>, DIAN LOURENÇONI<sup>4</sup>, FLÁVIO ALVES DAMASCENO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, marcelo\_bahuti@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, lucas.abreu@deg.ufla.br

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

<sup>4</sup> Doutorando em Eng. Agrícola, Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1481, dlourenconi@hotmail.com

<sup>5</sup> Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto.de Engenharia, UFLA/Lavras-MG,(35) 3829.1481, flavio.damasceno@deg.ufla.br

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

**RESUMO:** Por meio de parâmetros fisiológicos das aves é possível determinar a condição de estresse proporcionado pelas condições climáticas de confinamento. Em vista disso, objetivou-se avaliar e prever a temperatura cloacal de frangos de corte submetidos a estresse térmico, durante a segunda semana de vida, sobre diferentes intensidades e durações. Para realizar a predição, a lógica *fuzzy* surge como alternativa para embarque em sistemas eletrônicos a fim de auxiliar a tomada de decisão. Como variáveis de entrada para o modelo foi estabelecido a temperatura de bulbo seco do ar (° C), a duração do estresse (dias) e o número de dias após o estresse térmico, totalizando a partir dessas, 120 regras tratadas com a inferência de Mamdani. Comparados os resultados obtidos pelo modelo *fuzzy* com os dados experimentais, obteve-se valores satisfatórios para desvios padrão, erro percentual e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para todas as durações de estresse, equivalentes a 0,02; 0,08% e 0,998, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** avicultura, temperatura cloacal, lógica *fuzzy*

### FUZZY INFERENCE FOR PREDICTION OF THERMAL STRESS IN BROILERS THROUGH CLOACAL TEMPERATURE

**ABSTRACT:** By means of physiological parameters of the poultries it is possible to determine the stress condition provided by the climatic conditions of confinement. In view thereof, the objective of this study was to evaluate and predict the cloacal temperature of broilers submitted to thermal stress, during the second week of life, on different intensities and durations. To perform the prediction, fuzzy logic appears as an alternative for boarding electronic systems in order to aid decision making. As input variables for the model were established the dry bulb air temperature (° C), the duration of the stress (days) and the number of days after thermal stress, totaling 120 rules treated with the inference of Mamdani. Comparing the results obtained by the fuzzy model with the experimental data, Satisfactory values were obtained for standard deviations, percentage error and coefficients of determination ( $R^2$ ) for all stress durations, equivalent to 0.02, 0.08% and 0.998, respectively.

**KEYWORDS:** aviculture, cloacal temperature, fuzzy logic

**INTRODUÇÃO:** Em busca de atender os índices de consumo da carne de frango mundial, a avicultura necessita de maiores níveis de controle a fim de obter melhores respostas produtivas sem que ocorra aumento do custo de produção. Isso ocorre quando as aves estão alojadas em condições que permitam diminuir o gasto de energia para manutenção da homeotermia (MAYES et al., 2014). No entanto, em decorrência da variabilidade climática, o microclima do ambiente de criação pode não estar em condições favoráveis, gerando com isto, diferentes tipos de estresses (CASTILHO et al., 2015). A influência do ambiente sobre as aves varia de acordo com a idade e o conforto térmico pode ser averiguado por meio de respostas fisiológicas como temperatura cloacal (DIONELLO et al., 2002 AMARAL et al., 2011). Em decorrência dos desafios contemporâneos para reduzir perdas produtivas, é imprescindível aperfeiçoar o manejo para vencer os efeitos críticos que o ambiente pode proporcionar (NASCIMENTO et al., 2014). A lógica *fuzzy* trata incertezas em casos que faltam informações, e surge como alternativa para a predição de respostas que expressam o desempenho, como a ocorrência de estresse térmico (NASCIMENTO et al., 2011). Diante desse contexto, objetivou-se com este trabalho, desenvolver um modelo *fuzzy* capaz de prever a temperatura cloacal de frangos de corte na segunda semana de vida, submetidos a diferentes intensidades e durações de estresse térmico.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi realizado em 4 baterias com duração de 21 dias cada, sendo que durante a primeira semana de vida das aves a temperatura e umidade relativa do ar foram mantidas na zona de termoneutralidade, cujos valores são de 33 °C e 60%, respectivamente. Em cada bateria foi testado uma temperatura 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 até o fim do décimo primeiro dia. Os níveis das temperaturas foram selecionados considerando os intervalos de temperaturas ótimas para a segunda semana de vida das aves (CONY e ZOCHE, 2004; CURTIS, 1983), tendo os seus limites inferior e superior extrapolados para se gerar condições de desconforto por frio (27 °C e 24 °C) e calor (33 °C). Quatro níveis de duração do estresse térmico foram avaliados: 1, 2, 3 e 4 dias, sendo que, logo após, as temperaturas voltaram novamente às condições consideradas ideais. Durante todos os testes, a umidade relativa foi mantida em 60%, caracterizada como de conforto para os animais. Água e ração estavam disponíveis *ad libitum*. Além disso, as exposições a luz foram com intensidades equivalentes a 25, 10 e 5 lux para primeira, segunda e terceira semana de criação, respectivamente. Para quantificar a temperatura cloacal foi utilizado um termômetro, de forma a mantê-lo em contato com ave até ocorrência de estabilização. Para realizar a predição da temperatura cloacal, o modelo *fuzzy* teve como variáveis de entrada as temperaturas de bulbo seco do ar (° C), as intensidades do estresse (dias) e os dias após o estresse térmico (dias), gerando assim, a partir de suas combinações, 120 regras tratadas com inferência Mamdani. As curvas triangulares que representam as variáveis de entrada estão listadas na Tabela 1. Por sua vez, para a variável de saída, temperatura cloacal, as curvas triangulares também foram utilizadas por melhor representar os dados, e estão ilustradas da Figura 1.

TABELA 1. Conjuntos de intervalos para as variáveis de entrada.

Temperaturas de bulbo seco do ar (°C)				Durações do estresse (dias)				
T1	T2	T3	T4	D0	D1	D2	D3	D4
[24;27]	[24;30]	[27;33]	[30;33]	[0;1]	[0;2]	[1;3]	[2;4]	[3;4]
Dias após o estresse (dias)								
DA0	DA1	DA2	DA3	DA4	DA5			
[0;1]	[0;2]	[1;3]	[2;4]	[3;5]	[4;5]			

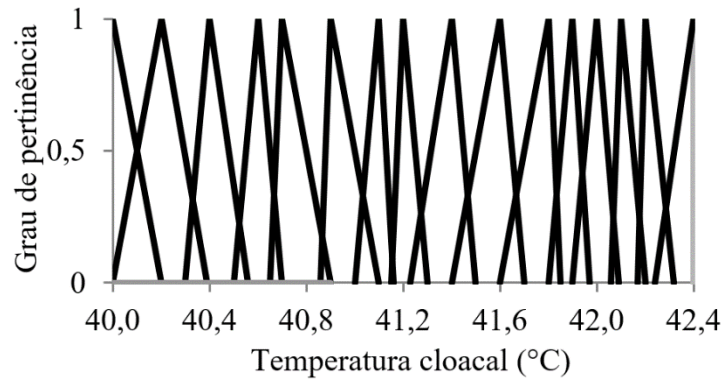


FIGURA 1. Funções de pertinência para a variável saída temperatura cloacal (°C) em frangos de corte.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** De acordo com o modelo desenvolvido é possível verificar que a temperatura cloacal média das aves aumenta de acordo com a temperatura em que são submetidas, e também em função da duração de exposição ao estresse calorífico, corroborando assim com os resultados obtidos por Marchini et al. (2007). A Figura 2 ilustra o comportamento da variável de resposta em função da temperatura de bulbo seco do ar e dos dias de exposição. Observa-se que ao serem expostas a baixas condições climáticas, a aves tem sua temperatura cloacal reduzida, e essa redução é proporcional a redução da temperatura ambiente em relação a temperatura de conforto (30° C). Verifica-se também que após um dia de duração do estresse térmico, houve acréscimo do valor da temperatura retal, possivelmente pelo comportamento de aglomeração das aves, diminuindo assim a perda de calor para o meio.

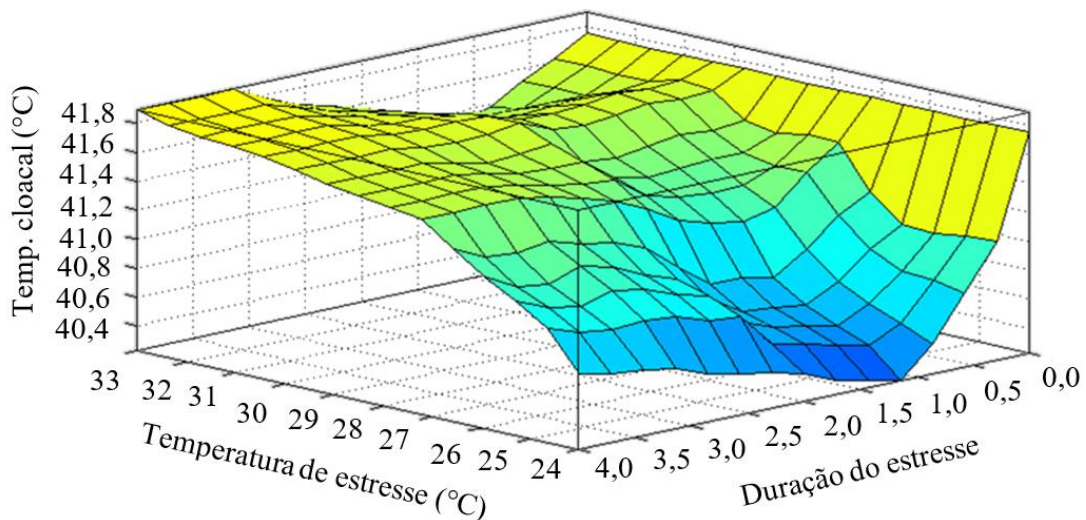


FIGURA 2. Superfície de predição *fuzzy* para temperatura cloacal (°C) em função da temperatura de bulbo seco do ar (°C) e duração do estresse térmico (dias) para frangos de corte.

Ao comparar os dados preditos pelo modelo *fuzzy* com os obtidos experimentalmente nos tuneis de vento climatizados, obteve-se valores para coeficiente de determinação ( $R^2$ ), desvio padrão médio e erro percentual médio equivalentes a 0,9978; 0,005 e 0,02%, respectivamente, para zero dias após o estresse. Para os demais dias após o estresse, o modelo *fuzzy* também desempenhou boa acurácia, sendo que os resultados menos satisfatórios foram de 0,02; 0,08% e 0,977, para desvio padrão, erro percentual e  $R^2$ , respectivamente. Utilizando temperatura,

umidade relativa e velocidade do ar, Ferreira et al. (2012) encontraram desvio padrão de 0,13° C para a predição da temperatura cloacal. Demonstrando, assim como nessa pesquisa, eficiência da lógica *fuzzy* em simular parâmetros fisiológicos.

**CONCLUSÕES:** Tanto a intensidade quanto a duração do estresse térmico são variáveis de influência na proporção do estresse. O modelo *fuzzy* desenvolvido para prever temperatura cloacal de frangos de corte submetidos a diferentes intensidades e durações de estresse térmico, durante a segunda semana de vida, auxilia à tomada de decisão por fornecer informações para o manejo adequado.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem a CAPES, CNPq e a FAPEMIG pelo suporte financeiro ao projeto.

**REFERÊNCIAS:** AMARAL, A. G.; YANAGI JUNIOR T.; LIMA, R. R.; TEIXEIRA, V. H.; SCHIASSI, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.3, p.649-658, 2011.

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.

CONY, A.V.; ZOCCHÉ, A.T. **Manejo de frangos de corte**. In: MENDES, A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. (Ed.). Produção de frangos de corte. Campinas: Facta, 2004. p.118-136.

CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: The Iowa State University, 1983. 410 p.

DIONELLO, N. J. L.; MACARI, M.; FERRO, J. A.; RUTZ, F.; FERRO, M. I. T.; FURLAN, L. R. Respostas fisiológicas associadas à termo tolerância em pintos de corte de duas linhagens por exposição a altas temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 79-85, 2002.

FERREIRA, L.; YANAGI JUNIOR, T.; LACERDA, W. S.; RABELO, G. F. A fuzzy system for cloacal temperature prediction of broiler chickens. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 166-171, 2012.

MARCHINI, C. F. P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 1, p. 41-46, 2007.

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.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.6, p.658–663, 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.