

## PREDIÇÃO DO GANHO DE PESO EM FRANGOS DE CORTE UTILIZANDO MODELAGEM FUZZY, A PARTIR DE FATORES TÉRMICOS

GUILHERME F. TAVARES<sup>1</sup>, LEONARDO SCHIASSI<sup>2</sup>, ÍCARO P. SOUZA<sup>3</sup>, ADRIANA G.  
AMARAL<sup>4</sup>, DEBORAH J. LODI<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Discente de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, guitavares@live.co.uk

<sup>2</sup> Professor Adjunto I no Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, leoschissi@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Discente de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, icaro.p.souza@hotmail.com

<sup>4</sup> Professora Adjunto I no Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, adrianagamara@gmail.com

<sup>5</sup> Discente de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, deborah\_lodi@hotmail.com

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Com o objetivo de desenvolver um modelo matemático fuzzy para a predição do ganho de peso de frangos de corte, foi realizado um experimento em um galpão comercial, localizado na cidade de Sinop – MT, com aves da linhagem comercial Cobb, com idade de 35 a 42 dias de vida. O modelo fuzzy desenvolvido tem como variáveis de entrada a temperatura do ar (°C), umidade relativa (%) e velocidade do ar ( $m.s^{-1}$ ) e, como variável de saída, o ganho de peso diário das aves durante o período experimental ( $g.dia^{-1}$ ). O modelo foi desenvolvido no toolbox Fuzzy do software MATLAB<sup>®</sup> 7.1, sendo utilizado o Método de Mamdani como inferência e, a defuzzificação foi conduzida pelo método do centro de gravidade. Os resultados obtidos apresentaram desvio-padrão de  $0,67 g.dia^{-1}$ , com erro percentual de 1,43% e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,999; indicando a precisão adequada do modelo proposto, demonstrando que o modelo atingiu o objetivo de prever o ganho de peso diário das aves, sendo uma importante ferramenta de auxílio visando o controle do ambiente térmico de aviários.

**PALAVRAS-CHAVE:** desempenho animal, frango de corte, lógica *fuzzy*.

## PREDICTION OF WEIGHT GAIN IN BROILER CHICKENS UTILIZING FUZZY MODELING FROM THERMAL FACTORS

**ABSTRACT:** Aiming to develop a fuzzy mathematical model to predict weight gain of broiler chickens, an experiment was conducted in a commercial aviary, located in Sinop - MT, with the commercial broilers Cobb, aged 35 to 42 days of life. The fuzzy model developed has as input variables air temperature (°C), relative humidity (%) and air velocity ( $m.s^{-1}$ ), and as the output variable, the daily weight gain of broilers during the trial period ( $g.dia^{-1}$ ). The model was developed in the fuzzy toolbox of software MATLAB<sup>®</sup> 7.1 using Mamdani Method as inference and defuzzification was conducted by the center of gravity method. The results showed a standard deviation of  $0.67 g.day^{-1}$ , with percentage error of 1.43% and coefficient of determination ( $R^2$ ) of 0.999; indicating the adequate accuracy of the proposed model, demonstrating that the model reached the objective of predicting the daily weight gain of broilers and is an important tool to aid in order to control the thermal environment of aviaries.

**KEYWORDS:** animal performance, broiler chicken, fuzzy modeling.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, terceiro maior produtor e maior exportador de carne de frango, foram produzidos 12,645 milhões de toneladas de carne de frango em 2012, das quais 69% foram destinadas para o consumo interno e 31% para exportação (UBABEF, 2013). A carne de frango é o quinto maior produto nacional de exportação, liderando o mercado mundial com 40% das exportações totais (FRANCO *et al.* 2011).

As aves, por serem animais homeotermos, devem ser mantidas em ambientes termoneutros, garantindo maior conversão alimentar e, conseqüentemente, maior peso final. Amaral *et al.* (2011), citam que os fatores ambientais que mais afetam os animais por comprometerem o processo da homeotermia são os térmicos, representados por temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação. Além destes fatores ambientais, a idade das aves também interfere na faixa de conforto (MOURA, 2001). Segundo Tinôco (1998), em climas tropicais, como os do Brasil, os altos valores de umidade relativa do ar e temperatura, são os principais fatores que interferem negativamente na produção avícola.

Segundo Rondon *et al.* (2002), em produção animal, é comum o uso de modelos para a descrição matemática de fenômenos biológicos, como o crescimento. Medeiros (2001) propôs modelos estatísticos, utilizando diferentes combinações das variáveis (temperatura, umidade relativa e velocidade do ar), para obtenção do desempenho produtivo de frangos de corte, como o ganho de peso diário (GPD). Porém, a lógica clássica aristotélica é bivalente, ou seja, reconhece somente um valor: verdadeiro ou falso (SHAW;SIMÕES, 2007). Já a lógica *fuzzy* é multivalorada, reconhecendo diversos valores suscetíveis a um ponto de vista ou graduação (AFFONSO; SANTOS, 2012), permitindo uma generalização de informações, associadas ao gerenciamento de incertezas (SCHIASSI *et al.* 2008), possibilitando a estimativa de peso diário das aves. Sendo uma extensão da lógica clássica, a lógica *fuzzy* foi estudada, inicialmente, por Lofti Zadeh (Zadeh, 1965).

A aplicação da lógica *fuzzy* para produção animal já se mostrou ser uma excelente ferramenta, possibilitando ótimos resultados referentes à produção de frangos de corte (NACIMENTO *et al.* 2011; SCHIASSI *et al.* 2008; SOUZA *et al.* 2013; TAVARES *et al.* 2013), pois estabelece critérios mais objetivos nas decisões dos produtores, já que os parâmetros relacionados a produção animal são baseados, geralmente, em análises empíricas (PONCIANO *et al.* 2011).

Diante da importância da cadeia produtiva de frangos de corte para o agronegócio brasileiro e a crescente necessidade de otimização da produção, principalmente na fase final do ciclo produtivo, o presente trabalho tem por objetivo desenvolver um modelo matemático, com base na teoria dos conjuntos *fuzzy*, para prever o ganho de peso diário de frangos de corte com idade entre 35 e 42 dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização do Local

O estudo foi realizado em um galpão comercial para frangos de corte, localizado na Chácara Nossa Senhora Aparecida, município de Sinop, estado de Mato Grosso. A cidade possui latitude de 11°58'S, longitude de 55°56'W e altitude de 371 m. A região possui clima tropical quente e úmido (Aw, segundo classificação Köppen), caracterizada por duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa (entre Outubro e Abril) e outra seca (entre Maio e Setembro), e pela pequena variação na amplitude térmica anual, com médias anuais oscilando entre 24,2°C e 25,8°C (GARCIA *et al.* 2013).

### Coleta de Dados

O estudo foi realizado no mês de Julho de 2013, com frangos de corte da marca comercial Cobb500, de 35 a 42 dias de idade. O galpão foi abastecido com 22.500 pintinhos no dia

07/06/2013, com densidade de 13 aves/m<sup>2</sup>. Foram coletados dados de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do ar (m.s<sup>-1</sup>) e ganho de peso (g).

Para a coleta dos dados de temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%), foram utilizados 5 *dataloggers* de temperatura e umidade, modelo HT-500, da marca Instrutherm®, com precisão de ±0,1°C para temperatura do ar e ±3% para umidade relativa do ar, os dados foram coletados com intervalos de 5 min, totalizando um total de 288 dados diários. Para mensurar velocidade do ar (m.s<sup>-1</sup>) foi utilizado termo-higro-anemômetro luxímetro, modelo THAL-300, da marca Instrutherm®, com precisão de ±3% para velocidade do ar. Os dados foram coletados todos os dias, durante o período da tarde entre as 15h00 e 16h30.

Os sensores foram colocados a 0,30 m de altura da cama, correspondendo ao centro geométrico das aves, sendo um *datalogger* colocado no exterior do galpão, para avaliar as condições externas e os demais aparelhos foram distribuídos ao longo do galpão com espaçamentos iguais entre si. A coleta dos dados de velocidade do ar (m.s<sup>-1</sup>) foi realizada nos pontos em que os sensores foram colocados, sendo a mensuração realizada na mesma altura em que os sensores se encontravam.

Como os sensores foram colocados na altura das aves, para que não houvesse danos mecânicos causados pelos animais ou pela aspersão de água no local, os mesmos foram colocados em protetores de tubos PVC, com 25 mm de diâmetro e 6,5 cm de altura, sendo este preso com barbante para que não pudesse haver algum tipo de queda e, para que os sensores medissem corretamente, os mesmos foram pendurados.

A pesagem das aves foi realizada diariamente ao longo do período experimental, sendo o ganho de peso diário (GPD), obtido pela diferença entre o peso vivo das aves ao final e ao início de um período de tempo considerado em g.dia<sup>-1</sup>.

O GPD foi obtido através de pesagem com balança analógica do tipo gancho, sendo pesadas duas aves por vez, escolhidas ao acaso, sendo um macho e uma fêmea. As aves escolhidas estavam próximas ao local onde os sensores internos estavam instalados, dessa maneira, eram realizadas duas pesagens em cada ponto, totalizando um total de oito pesagens por dia, obtendo assim a massa corporal média diária das aves. Os animais eram colocados dentro de um balde pesando 0,8 kg, de maneira que a tara foi descontada da massa final.

## **Desenvolvimento do Modelo *Fuzzy***

O modelo foi desenvolvido em ambiente MATLAB<sup>®</sup> 7.1 através do *toolbox Fuzzy*, objetivando a predição do ganho de peso diário (g.dia<sup>-1</sup>) de frangos de corte, com 35 a 42 dias de idade. Sendo definidas como variáveis de entrada os fatores térmicos: temperatura do ar (°C), umidade relativa (%) e velocidade do ar (m.s<sup>-1</sup>) e, com base nas variáveis de entrada, o modelo *fuzzy* prediz o ganho de peso diário das aves.

Na análise, utilizou-se o método de inferência de Mamdani, que traz um conjunto *fuzzy* como resposta, sendo este originado a partir do operador mínimo pela combinação dos dados de entrada com seus respectivos graus de pertinência, e operador máximo, através da superposição das regras (LEITE *et al.* 2010), sendo muito utilizado por diversos autores (NASCIMENTO *et al.* 2011; TAVARES *et al.* 2013; YANAGI JUNIOR *et al.* 2012). A defuzzificação foi realizada através do método do centro de gravidade, o qual considera todas as possibilidades de saída, transformando em valor numérico, o conjunto *fuzzy* originado pela inferência (LEITE *et al.* 2010).

Os fatores ambientais, representados por temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar, são os que mais interferem na homeotermia e, conseqüentemente, no desempenho produtivo das aves, juntamente com a radiação solar (AMARAL *et al.* 2011), e idade das aves (MOURA 2001). Por este motivo, foram considerados como as variáveis de entrada do modelo proposto.

A temperatura do ar (°C) foi dividida em 4 faixas de classificação (Figura 1A), a umidade relativa (%) foi dividida em 5 faixas de classificação (Figura 1B) e a velocidade do ar (m.s<sup>-1</sup>) em 3 faixas de classificação (Figura 1C), sendo os limites definidos a partir da observação das variações das grandezas durante o período experimental. Foram definidas curvas de pertinência triangulares, por melhor representação dos dados e por serem as mais utilizadas de acordo com a literatura

(NASCIMENTO *et al.* 2011; SCHIASSI *et al.* 2008; TAVARES *et al.* 2013). A variável de saída GPD permite a indicação direta do ganho de peso diário dos frangos de corte durante o período experimental, sendo definida por intervalos no domínio [20,240] e foram classificados de acordo com o observado em campo, sendo estes representados pela Figura 1D, considerando curvas de pertinência do tipo triangular.

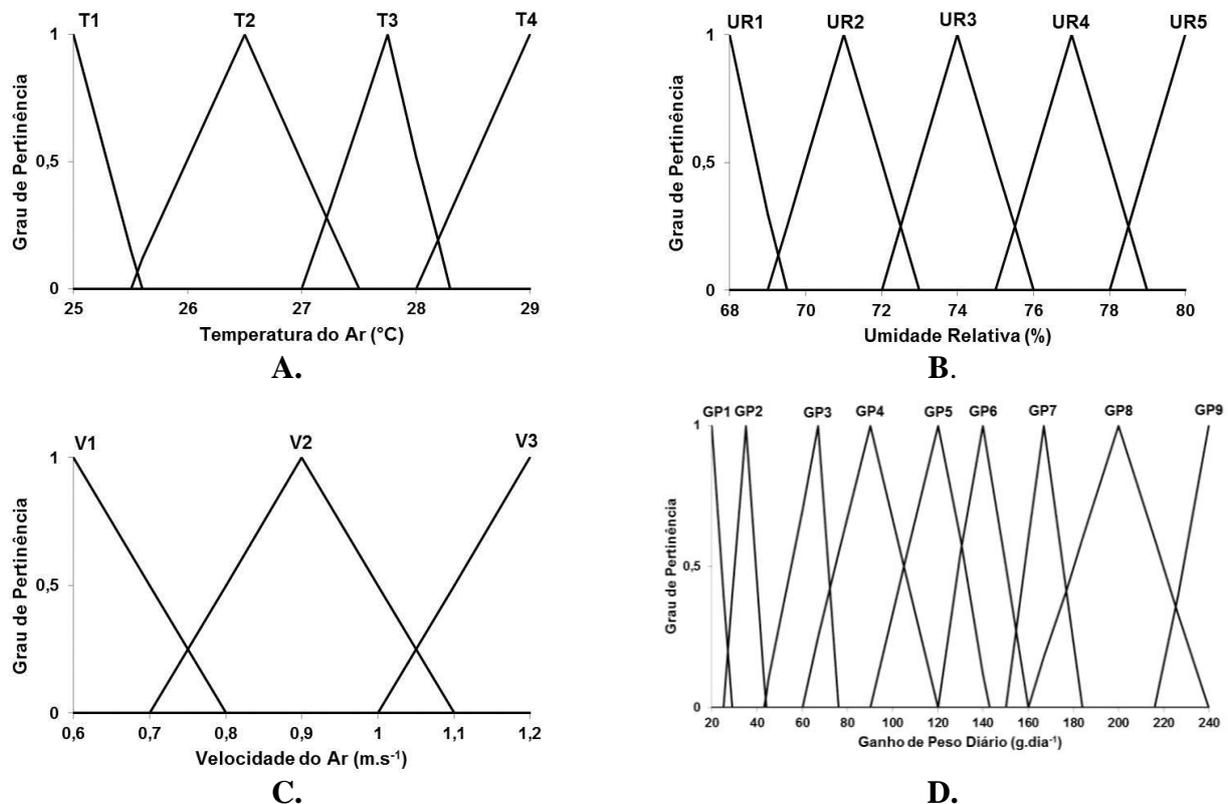


FIGURA 1. Curvas de pertinência para as variáveis de entrada (A) Temperatura do Ar (°C); (B) Umidade Relativa (%); (C) Velocidade do Ar (m.s<sup>-1</sup>) e curvas de pertinência para variável de saída: (D) GPD (g.dia<sup>-1</sup>).

O sistema de regras *fuzzy* foi criado por meio do auxílio de especialistas, em forma de sentenças linguísticas. Conforme metodologia de seleção de especialista *fuzzy* proposta por Cornelissen *et al.* (2002) e utilizada por Schiassi *et al.* (2012), três especialistas foram selecionados, sendo que dois especialistas possuem experiência em ambiência e um em modelagem matemática e estatística. Todos possuem mais de 10 anos de atuação nas respectivas áreas, caracterizando domínio sobre o tema. Esta característica é desejada de um especialista (AYYUB; KLIR, 2006), tendo em vista sua influência direta na confiabilidade e na qualidade dos resultados (PREBLE, 1984; TAYLOR, 1988).

Foram definidas 60 regras, de acordo com as combinações dos dados de entrada. Sendo que, para cada regra, atribuiu-se um fator de ponderação igual a 1, já que este se adequa ao modelo proposto com base nos dados obtidos pelas simulações. Além disso, este valor tem sido adotado em diversos modelos *fuzzy* (OLIVEIRA *et al.* 2005; ROMANINI *et al.* 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios diários das variáveis: temperatura do ar (T - °C), umidade relativa do ar (UR - %), velocidade do ar (V - m.s<sup>-1</sup>) e ganho de peso diário (GPD - g.dia<sup>-1</sup>) para o período experimental, 35 a 42 dias de idade.

TABELA 1. Média diária dos fatores térmicos temperatura do ar (T), umidade relativa (UR) e velocidade do ar (V), e do ganho de peso diário (GPD), para o período de 35 a 42 dias de idade das aves. **Daily average thermal factors of air temperature (T), relative humidity (UR) and air velocity (V), and average daily gain (GPD) for the period 35-42 days of age the broilers.**

<b>IDADE (dias)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>UR (%)</b>	<b>V (m.s<sup>-1</sup>)</b>	<b>GPD (g.dia<sup>-1</sup>)</b>
35	25,3	69,7	1,0	25,00
36	25,3	69,3	1,1	112,0
37	25,7	71,7	0,9	229,0
38	26,3	74,8	1,1	167,0
39	26,0	73,6	0,7	117,0
40	25,9	78,5	0,7	33,00
41	27,7	78,5	0,8	67,00
42	28,3	79,2	0,8	116,0
<b>Média</b>	26,3	74,4	0,9	108,25

O ganho de peso diário, teve média de 108,25 g.dia<sup>-1</sup>, estando cerca de 20,3% acima da média de ganho de peso desejável para a raça comercial estudada em lote misto (MANUAL COBB500, 2013), esse maior ganho de peso, pode ter sido obtido pela maior quantidade de frangos de corte machos pesados em relação às fêmeas, pois observa-se que a média de ganho de peso desejável para machos é de 104,6 g.dia<sup>-1</sup>. Porém a média de peso das aves com 35 dias de vida era de 2.000 g estando 9,9% abaixo do valor desejável para a raça comercial; e, com 42 dias, as aves apresentavam peso de 2866 g, valor 2,95% menor que o desejável para a raça nesta idade (MANUAL COBB500, 2013).

### Teste do modelo

Foram utilizados os dados experimentais de temperatura do ar (°C), umidade relativa (%) e velocidade do ar (m.s<sup>-1</sup>), coletados no galpão comercial para o teste do modelo *fuzzy* para a predição da variável de saída GPD (Tabela 2).

TABELA 2. Teste do modelo *fuzzy* proposto para a predição do ganho de peso diário (GPD) para frangos de corte. **Test fuzzy model proposed for the prediction of daily gain (GPD) of broilers.**

<b>IDADE (dias)</b>	<b>GPDm (g)</b>	<b>GPDf (g)</b>	<b>DP (g.dia<sup>-1</sup>)</b>	<b>ERRO (%)</b>
35	25,00	24,90	0,07	0,40
36	112,0	108,0	2,83	3,70
37	229,0	229,0	0,00	0,00
38	167,0	167,0	0,00	0,00
39	117,0	117,0	0,00	0,00
40	33,00	35,00	1,41	5,71
41	67,00	66,50	0,35	0,75
42	116,0	117,0	0,71	0,85
	<b>MÉDIA</b>		<b>0,67</b>	<b>1,43</b>

GPDm – ganho de peso diário medido; GPDf – ganho de peso diário obtido pelo modelo *fuzzy*; DP – desvio padrão (g.dia<sup>-1</sup>).

A média do desvio-padrão de GPD foi de 0,67 g.dia<sup>-1</sup>, com erro percentual de 1,43%. Medeiros (2001), ao criar modelo matemático para estimar CRD em função da temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar, obteve desvio-padrão de 2,36 g.dia<sup>-1</sup>, com erro percentual de 2,79%. Já trabalhando com modelagem *fuzzy* para predição do desempenho de frangos de corte,

Ponciano *et al.* (2012) obtiveram para variável ganho de peso desvio-padrão de 4,31 g.dia<sup>-1</sup> e erro percentual de 2,38%. Tavares *et al.* (2013) comparando modelo estatístico com modelagem *fuzzy*, obtiveram para o conjunto de sistema *fuzzy* desvio-padrão de 0,91 g.dia<sup>-1</sup> para variável GPD.

Utilizando métodos de sistemas inteligentes para a predição de desempenho de frangos de corte, Roush *et al.* (2006), comparando a utilização da função de Gompertz e redes neurais artificiais para a predição de ganho de peso, obtiveram médias de erro médio de 2,29% para a função de Gompertz e 2,98% para redes neurais artificiais. Para Ahmadi *et al.* (2007), utilizando redes neurais artificiais para predição do ganho de peso de frangos de corte, obtiveram erro de 6,70%.

Estes resultados mostram a capacidade do modelo *fuzzy* desenvolvido em predizer o ganho de peso diário de frangos de corte a partir das variáveis estudadas, comprovando a eficiência do modelo desenvolvido em atingir o resultado desejado.

Comparando graficamente os valores de GPD simulados pelo modelo *fuzzy* com aqueles obtidos experimentalmente no galpão comercial (Figura 2), verificou-se que, além de um desvio-padrão de 0,67 g.dia<sup>-1</sup> e erro percentual de 1,43%; o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi de 0,999; indicando a precisão adequada do modelo proposto.

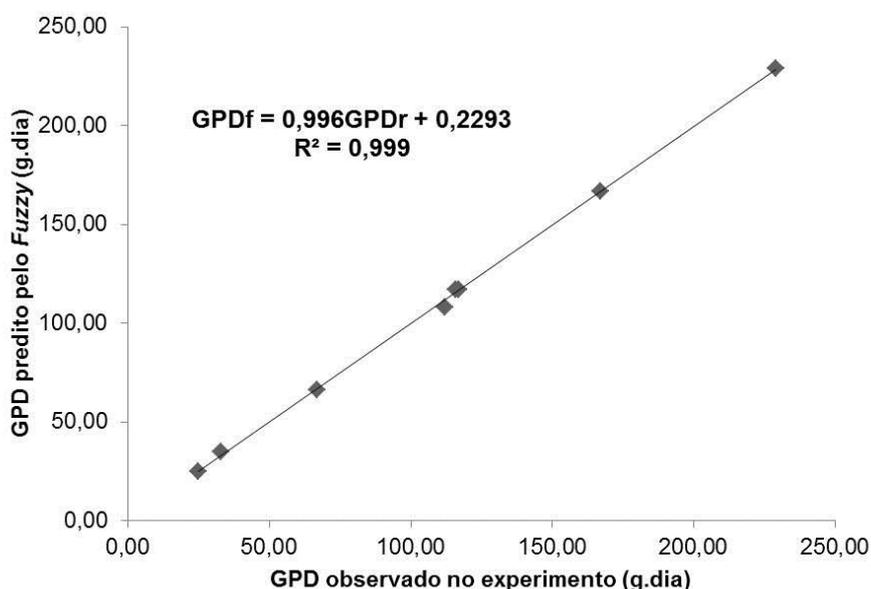


FIGURA 2. Regressão linear para o ganho de peso diário (GPD), em função dos valores preditos pelo modelo *fuzzy* e os valores obtidos em experimentação.

Ponciano *et al.* (2012) obtiveram valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) de 0,975 para variável ganho de peso, o que demonstra, novamente, que o modelo *fuzzy* proposto prediz adequadamente o ganho de peso diário das aves.

Portanto, o modelo *fuzzy* desenvolvido alcançou resultados satisfatórios na predição do ganho de peso diário de frangos de corte de 35 a 42 dias de idade, podendo ser utilizado como fonte para a tomada de decisão referente à ambiência e desempenho produtivo das aves.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que apesar das aves estarem abaixo do peso estimado para a raça comercial Cobb500, a média do ganho de peso diário para a faixa de 35 a 42 dias de idade, foi superior aquela estabelecida com desejável. Além disso, mesmo tendo valores de desconforto térmico, as aves demonstraram adaptação ao ambiente em que estavam inseridas, mantendo o ganho de peso diário satisfatório.

O modelo desenvolvido apresentou-se como uma excelente ferramenta para predizer o ganho de peso diário de frangos de corte com 35 a 42 dias de idade, devido ao baixo desvio-padrão e erro

percentual, podendo ser utilizado como forma de adequação do ambiente interno do galpão para o manejo e maior produtividade das aves com esta idade.

## REFERÊNCIAS

AFFONSO, C. R.; SANTOS, R. A. D. E. **Aplicação de lógica fuzzy à localização de instalações**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica. 79p. Monografia. 2012.

AHMADI, H. *et al.* **Group method of data handling-type neural net work prediction of broiler performance based on dietary metabolizable energy, methionine, and lysine**. J. Appl. Poult. Res. 16: 494-501. 2007.

AMARAL, A.G. *et al.* **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.

AYYUB, B.M.; KLIR, G.J. **Uncertainty modeling and analysis in engineering and the sciences**. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 378 p. 2006.

CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. Viçosa: UFV, 103p. Tese Doutorado, 2011.

CORNELISSEN, A.M.G.; VAN DEN BERG, J.; KOOPS, W.J.; KAYMAK, U. **Eliciting expert knowledge for fuzzy evaluation of agricultural production systems**. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management, 2002.

FRANCO, C. *et al.* **Análise dos contratos na avicultura de corte em Mato Grosso sob a ótica da nova economia institucional (NEI)**. Rev. de economia e agronegócio, vol. 9, nº 2, 2011.

GARCIA, R. G. *et al.* **Calendário agrícola para a cultura do milho em Sinop (MT)**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v.43, n.2, p. 218-222, abr/jun. 2013.

MANUAL COBB500. **Suplemento: desempenho e nutrição para frangos de corte**, disponível em <[cobb-vantress.com](http://cobb-vantress.com)>. Acessado em 08/03/2014.

MEDEIROS, C. M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. UFV, Minas Gerais. Tese Doutorado, 2001.

MELO, N. S. *et al.* **Utilização da modelagem fuzzy em parâmetros de bem-estar humano**. In: IX Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2013.

MOURA, D. J. **Ambiência na produção de aves de corte**. In: SILVA, I. J. O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola. v.2, p.185-198. (Série Agrícola), 2001.

NASCIMENTO, G. R. *et al.* **Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.31, n.2, p.219-229, mar./abr. 2011.

OLIVEIRA, H. L. *et al.* **Estimativa das condições de conforto térmico para avicultura de postura usando a teoria dos conjuntos fuzzy**. Engenharia Agrícola, v. 25, n.2, p.300-307. 2005.

OLIVEIRA, R. F. M. *et al.* **Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PONCIANO, P. F., *et al.* **Sistema fuzzy para predição do desempenho produtivo de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.32, n.3, maio/jun, 2012.

PREBLE, J. F. **The selection of Delphi panels for strategic planning purposes.** *Strategic Management Journal*, Sussex, v.5, n.2, p.157-170,1984.

ROMANINI, C.E.B. *et al.* **Desenvolvimento e simulação de um sistema avançado de controle ambiental em cultivo protegido.** Rev. de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.11, p.1193-1201. Campina Grande – PB. 2010.

ROUSH, W.B. *et al.* **Comparison of Gompertz and neural network models of broiler growth.** Mississippi State, Poultry Science, 85:794-797. 2006.

SCHIASSI, L. *et al.* **Fuzzy modeling applied to the welfare of poultry farms workers.** Dyna, ano 79, n.174, pp. 127-135. Medellín. Agosto, 2012.

SCHIASSI, Leonardo *et al.* **Metodologia fuzzy aplicada à avaliação do aumento da temperatura corporal em frangos de corte.** Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.16, n.2, 180-191 Abr./Jun, 2008.

SHAW, I. S.; SIMÕES, M. G. **Controle e Modelagem Fuzzy.** 2 ed. São Paulo, Blücher/FAPESP, 2007.

SOUZA, I. P. *et al.* **Aplicação de modelagem fuzzy na predição do ganho de peso de frangos de corte.** In: IX Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2013.

TAVARES, G. F. *et al.* **Comparativo entre modelo estatístico e modelagem fuzzy para predição do desempenho de frangos de corte.** In: IX Congresso Brasileiro de Agroinformática, 2013.

TAYLOR, J. **Delphi method applied to tourism.** In: Wittis, M. L. *Tourism marketing and management handbook* . New York: Prentice Hall, p.95-99, 1988.

TINÔCO, I. F. F. **Ambiência e instalações para a avicultura.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, e Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3, Poços de Caldas, MG. Anais. Lavras: UFLA/SBEA, 1998, p. 1-86, 1998.

UBABEF - União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual**, disponível em <<http://www.ubabef.com.br>> (2013). Acessado em: 12/02/2014.

YANAGI JUNIOR, T *et al.* **Procedimento fuzzy aplicado à avaliação da insalubridade em atividades agrícolas.** Eng. Agríc., Jaboticabal, v.32, p.423-434, maio/jun. 2012.

ZADEH, L. A. **Fuzzy Sets.** Journal Information and Control, n.8, p.338-353, 1965.