

MODELAGEM NEURO-FUZZY PARA ESTIMAR A TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO

DIAN LOURENÇONI^{1*}, MARIELA REGINA DA SILVA PENNA², TADAYUKI YANAGI JUNIOR³, KAREN CRISTINA RICCIARDI MORAES⁴, LETÍCIA PASSOS DA COSTA⁵

¹Ms. Docente e Pesquisador, UNIFEG, Guaxupé-MG, dlourenconi@hotmail.com

²Graduada em Engenharia Agrônômica, UFLA, Lavras-MG

³Prof. Associado Doutor, UFLA, Lavras-MG

⁴Graduada em Engenharia Civil, UNIFEG, Guaxupé-MG

⁵Graduada em Engenharia Civil, UNIFEG, Guaxupé-MG

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Uma vez que o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) não engloba a carga térmica radiante e que a poucas granjas tem acesso a equipamentos que coletam dados de temperatura de globo negro (t_{gn}), inviabilizando a determinação do Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), objetivou-se com este trabalho, desenvolver um modelo *neuro-fuzzy* para estimar a temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco e umidade relativa, para aplicação em índices capazes de prever o desconforto para animais com mais acurácia, como o ITGU e a CTR. Os dados utilizados nos ajustes foram obtidos de experimento realizado em dois galpões convencionais de uma granja comercial para produção de ovos, localizada no sul do Estado de Minas Gerais. De um total de 2870 conjunto de dados de t_{gn} , UR e t_{bs} coletados para este trabalho, 80% foram utilizados para o treinamento da *neuro-fuzzy* ajustada para prever a temperatura de globo negro (t_{gn}) a partir da temperatura de bulbo seco (t_{bs}) e umidade relativa (UR), no ambiente interno da instalação. Para a validação da equação, foram utilizados os outros 20% dos conjuntos de dados coletados. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o modelo *neuro-fuzzy* desenvolvido permite estimar a temperatura de globo negro, podendo auxiliar na tomada de decisões no controle do ambiente interno dos galpões avícolas.

PALAVRAS-CHAVE: Índices, neuro-fuzzy, ambiência.

MODELING NEURO-FUZZY TO ESTIMATE THE BLACK GLOBE TEMPERATURE

ABSTRACT: Once the temperature and humidity index (THI) does not include the radiant heat load and a few farms have access to equipment that collect black globe temperature data (t_{gn}), making it impossible to determine the Black Globe Temperature Index and humidity (BGT), the aim of this study was to develop a neuro-fuzzy model to estimate the black globe temperature from the dry bulb temperature and relative humidity, for application in indices able to predict the discomfort for animals with more accuracy like BGT and CTR. The data used in settings were obtained from experiments performed in two conventional sheds a commercial farm for egg production, located in the southern state of Minas Gerais. A total of 2870 set t_{gn} data, UR and t_{bs} collected for this study, 80% were used for neuro-fuzzy training set to predict the black globe temperature (t_{gn}) from the dry bulb temperature (t_{bs}) and relative humidity (RH), the internal installation environment. To validate the equation, the other 20% of the collected data sets were used. Based on the results obtained, it can be concluded that the neuro-fuzzy model developed allows us to estimate the black globe temperature to assist in decision making in the control of the internal environment of the poultry houses.

KEYWORDS: Indexes, neuro-fuzzy, ambience.

INTRODUÇÃO

Para um melhor controle do ambiente interno dentro dos galpões avícolas, faz-se necessário o uso de índices térmicos que levam em consideração a temperatura de bulbo seco (t_{bs}), umidade relativa (UR) e velocidade do ar (V). Para isso, vários índices foram propostos, dentre eles estão o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), que engloba os efeitos combinados da t_{bs} e UR para o conforto e desempenho animal (THOM, 1958). Sob condições de clima tropical e subtropical, um animal mesmo estando sob abrigo coberto, embora não recebendo radiação solar direta, pode receber radiação solar indiretamente como radiação difusa do céu, ou energia refletida a partir do solo e objetos da circunvizinhança, bem como radiação térmica proveniente dos fechamentos aquecidos pela radiação solar (LOURENÇONI et al., 2013). Segundo Lopes (1986), por não considerar a carga térmica radiante, o ITU não é o mais adequado para prever o desconforto térmico dos animais em climas quentes. Neste contexto, o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU), que engloba os efeitos da t_{bs} , UR, V e carga de radiação mostra-se mais adequado. Neste índice, a temperatura de globo negro (t_{gn}) foi incluída, permitindo a quantificação da carga térmica de radiação. A diferença entre a t_{gn} e a t_{bs} reflete o efeito das radiações sobre o animal. Segundo ABREU et al. (2011), internamente ao aviário, observa-se uma forte relação entre a temperatura do globo negro (t_{gn}) e temperatura do bulbo seco (t_{bs}), sendo possível estimar a t_{gn} a partir da t_{bs} para animais alojados em ambientes cobertos com t_{bs} entre 0 e 35 °C. Devido a dificuldade em se obter os equipamentos necessários para quantificar a temperatura de globo negro (t_{gn}), a aplicação da lógica *neuro-fuzzy* é uma alternativa interessante, pois, possibilita a obtenção da t_{gn} sem a necessidade de adquirir estes equipamentos específicos.

Diante do exposto, objetivou-se, com o presente trabalho, desenvolver um modelo *neuro-fuzzy* para estimar a temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco e umidade relativa, para aplicação em índices capazes de prever o desconforto para animais com mais acurácia, como o ITGU e a CTR.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados de t_{bs} e t_{gn} obtidos de experimento realizado em uma granja comercial para produção de ovos, localizada no sul do Estado de Minas Gerais, que foram conduzidos em dois galpões convencionais de 7 m x 120 m, com cobertura de telha de cimento amianto, pé direito de 2,50 m e orientação Leste-Oeste, no período de junho a novembro de 2012.

Neste experimento, dois galpões comerciais para criação de galinhas poedeiras convencionais foram avaliados. O ambiente térmico foi avaliado simultaneamente em doze pontos distribuídos em cada galpão. Para avaliação do ambiente térmico foram medidos a t_{bs} , t_{po} , UR, V e t_{gn} , cujos valores foram usados para determinação do ITGU. Sensores registradores (precisão de $\pm 3\%$ da leitura) foram usados para a medição da t_{bs} , t_{po} , UR, V e t_{gn} . A velocidade do ar foi medida nos pontos de medições por meio de um anemômetro de fio quente (Extech Instruments, modelo 407123, precisão de 3,0% da leitura + 0,3 m s⁻¹). As variáveis térmicas, exceto V e t_{gn} , foram medidas a cada 10 minutos, no período de 8h às 20h, a cada 7 dias durante o período experimental, totalizando 22 dias de medição. A temperatura do globo negro foi medida a cada 20 minutos, de 8h às 20h neste mesmo período, apenas nos pontos centrais dos três corredores e o ponto externo. A velocidade do ar foi medida em intervalos de 2h, das 8 às 20 h, no período especificado previamente. Esta variável foi medida sempre no sentido dos corredores, permitindo que o tempo de coleta nos pontos localizados na região dos galpões com tela e sem tela seja mínimo.

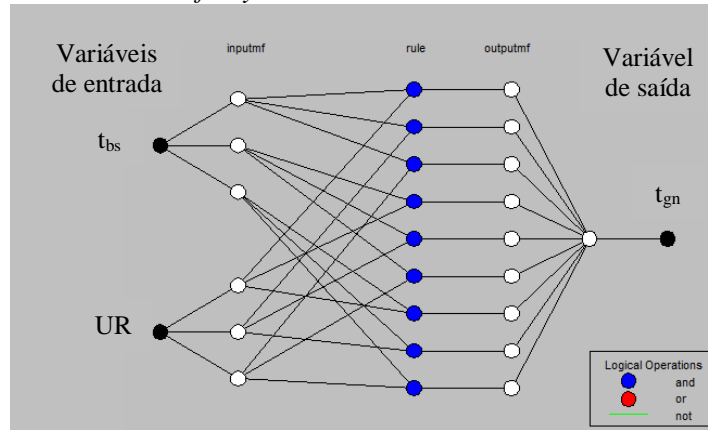
Todas essas medições foram realizadas respectivamente, à altura média das gaiolas (1,0m). Para este trabalho, foram utilizados apenas os dados de temperatura do bulbo seco (t_{bs}), umidade relativa (UR) e temperatura do globo negro (t_{gn}). Os dados dos corredores externos foram descartados pela interferência dos raios solares, já que segundo ABREU et al. (2011), nos dados de temperatura externa, a relação de t_{gn} e t_{bs} não é tão forte devido a forte influência da radiação solar no termômetro de globo negro.

De um total de 2870 conjunto de dados de t_{gn} , UR e t_{bs} coletados para este trabalho, 80% foram utilizados para o treinamento da *neuro-fuzzy* ajustada para prever a temperatura de globo negro (t_{gn}) a partir da temperatura de bulbo seco (t_{bs}) e umidade relativa (UR), no ambiente interno da instalação. Para a validação da equação, foram utilizados os outros 20% dos conjuntos de dados coletados.

A estrutura do modelo *neuro-fuzzy* está descrito na Figura 1, onde as variáveis de entrada foram, a temperatura de bulbo seco (t_{bs}) e a umidade relativa (UR) e a variável de saída a temperatura de globo

negro (t_{gn}). As simulações foram empregadas com o auxílio do Fuzzy Toolbox® do Matlab®, software onde toda a modelagem foi elaborada. Na avaliação do modelo proposto, as temperaturas de globo negro foram simuladas e como variáveis de saída os resultados foram equiparados com os dados adquiridos pelo experimento.

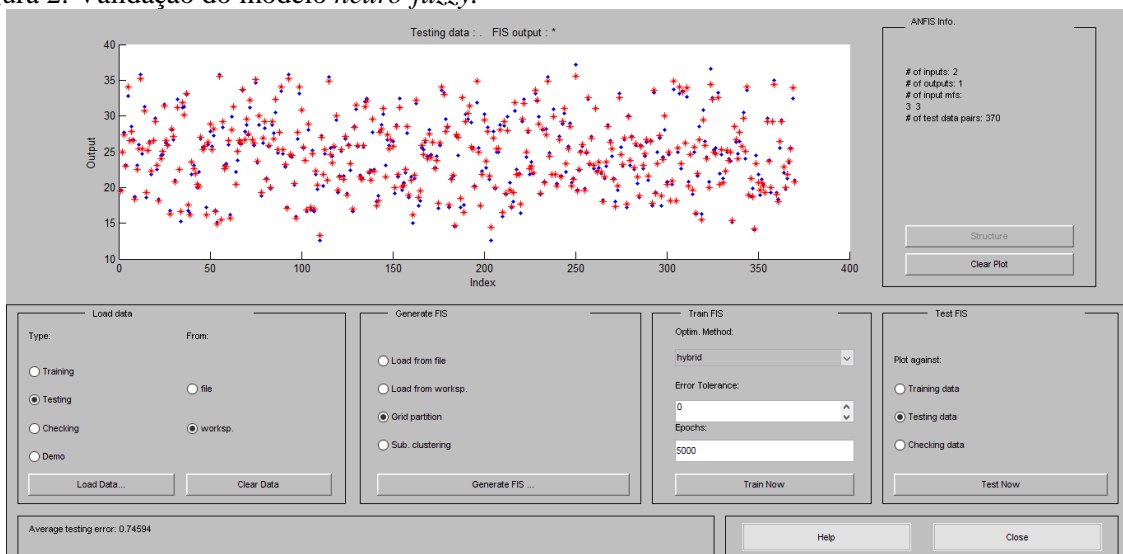
Figura 1. Estrutura do modelo *neuro-fuzzy*.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

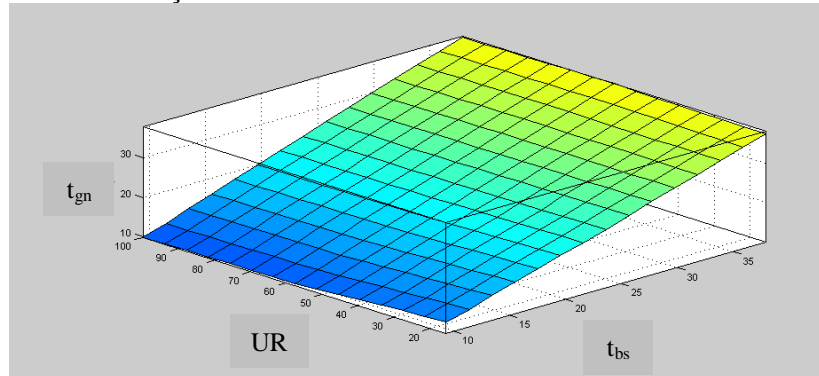
Pode-se observar na Figura 2, que os resultados da modelagem *neuro-fuzzy* obteve erro de predição de 0,74%, valores abaixo dos encontrados em outras pesquisas com temas correlatos. Em trabalho realizado por Abreu et al. (2011) onde os autores estimaram a t_{gn} em função da t_{bs} para animais alojados em ambientes cobertos com temperatura de bulbo seco entre 0 e 35 °C, também observaram forte relação entre as duas variáveis, com coeficiente de correlação de 0,9893 e erro de predição de 3,19%, em seu trabalho, o modelo de regressão linear apresentou R^2 de 0,9788. Já Lourençoni et al (2013), na validação de seu modelo de regressão obtiveram um R^2 de 0,9768, coeficiente de correlação de 0,9883 e erro médio de estimativa de 0,82%. Em trabalho realizado por Yanagi Junior et al. (2000) foi estimado o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) a partir da irradiância solar global entre 8:00 e 16:00 horas e foram encontrados valores de coeficientes de correlação de 0,94 a 0,97, que foi considerado uma estimativa razoável dos valores observados para todos os horários, apresentando erro médio de 1,31%.

Figura 2. Validação do modelo *neuro-fuzzy*.



A superfície apresentada na Figura 3 ilustra a interação entre t_{bs} e UR, estimando a t_{gn} no interior dos galpões. Observa-se uma tendência de linearidade na superfície, resultado que corrobora com os obtidos em regressões lineares em trabalhos desenvolvidos por Lourençoni et al (2013), Abreu et al. (2011) e Yanagi Junior et al. (2000).

Figura 3. T_{gn} simulado em função das variáveis de entrada t_{bs} e UR.



CONCLUSÃO

O modelo proposto apresentou-se como uma ferramenta promissora no sentido de determinar a temperatura de globo negro em função da temperatura de bulbo seco e umidade relativa. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o modelo *neuro-fuzzy* desenvolvido permite estimar a temperatura de globo negro, podendo auxiliar na tomada de decisões no controle do ambiente interno dos galpões avícolas.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos à CAPES, FAPEMIG, CNPq e DEG/UFLA pelo apoio a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Abreu, P. G.; Abreu, V. M. N.; Franciscon, L.; Coldebella, A.; Amaral, A. G. Estimativa da temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco. *Engenharia na Agricultura, Viçosa - MG*, V.19 N.6, 2011, 557-563 p.
- Lopes, S.P. Estudo de galpões para a criação de frangos de corte, do ponto de vista higratérmico, nas condições climáticas brasileiras. Porto Alegre: UFRGS, 1986. 155p. Dissertação de mestrado.
- Lourençoni, D.; Abreu, L. H. P.; Yanagi Junior, T.; Pena, M. R. S.; Schiassi, L. Estimativa da temperatura de globo negro a partir da temperatura de bulbo seco do ar. In: *XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 42. 2013. Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza: SBEA, 2013.
- Thom, E.C. Cooling degrees - days air conditioning, heating, and ventilating. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.55, n.7, p.65-72, 1958.
- Yanagi Junior, T. et al. Desenvolvimento de um Software para simular o índice de temperatura do globo e umidade em galpões avícolas. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 37. 2000. Viçosa, MG. Anais... Viçosa: SBZ, 2000. CD Rom.