

X Congresso Internacional do Leite

X Workshop de Políticas Públicas

XI Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira

Sistema *fuzzy* para a predição da taxa de ocupação de baias em instalação para confinamento de bovinos de leite modelo *free-stall*

Daiane Cecchin¹; Alessandro Torres Campos²; Jaqueline de Oliveira Castro³; Leonardo Schiassi³; Maria de Fátima Ávila Pires⁴; Tadayuki Yanagi Junior²; Cristiano Campos Mattioli⁵; Matheus Campos Mattioli⁶

¹Mestranda em Eng. Agrícola, DEG/UFLA, Lavras – MG. E-mail: daianececchin@yahoo.com.br

²Prof. Dr., Departamento de Engenharia, DEG/UFLA, Lavras – MG.

³Doutorando(a) em Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia, DEG/UFLA, Lavras – MG.

⁴Dra. Pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora – MG.

⁵P Estudante de Zootecnia – UFVJM – Diamantina - MG.

⁶Estudante de Agronomia – UFLA – Lavras – MG.

Resumo: Objetivou-se com o presente trabalho desenvolver um modelo *fuzzy* para prever a taxa de ocupação de baias em instalações de gado de leite do tipo *free-stall*. Foram definidas como variáveis de entrada do modelo: a temperatura de bulbo seco (T_{bs} , °C), temperatura de bulbo úmido (T_{bu} , °C) e temperatura de globo negro (T_{gn} , °C), que predizem a taxa de ocupação (TO, %) de vacas leiteiras nas baias. Os valores de TO, estimados pelo sistema *fuzzy*, apresentaram valores de desvio padrão médio de 3,93%, baixo índice de erros na simulação e, resultados simulados, estatisticamente iguais aos medidos ($P>0,05$, Teste t). Portanto, o sistema *fuzzy* desenvolvido possibilitou a predição realística da taxa de ocupação de baias, visando o planejamento e projeto de instalações *free-stall*.

Palavras-chave: conjuntos *fuzzy*, instalações, dimensionamento, gado de leite.

Fuzzy system for predicting the rate of stalls occupation in dairy cattle free-stall model confinement building

Abstract: This work objective was to develop a fuzzy model to predict the stalls occupation rate in free-stall buildings for dairy cattle. Were defined as input variables: the dry bulb temperature (T_{db} , °C), wet bulb temperature (T_{wb} , °C) and black globe temperature (T_{gb} , °C), that predict the stalls occupation rate (OR). The values of OR, estimated by the fuzzy system, presented average standard deviation of 3.93%, low rate of errors in the simulation and simulated results statistically equal to the measured ($P>0.05$, t Test). Therefore, the fuzzy system developed allowed the prediction of realistic occupancy rate of stalls in order planning and design of free-stall installations.

Key words: fuzzy sets, buildings, dimensioning, dairy cattle.

Introdução

O ambiente térmico exerce forte influência sobre o desempenho animal, uma vez que afeta os mecanismos de transferência de calor e, assim, o balanço térmico entre o animal e o meio (PERISSINOTTO et al., 2007a). Nos trópicos, um dos grandes problemas para a bovinocultura especialmente para os bovinos de leite, reside na dissipação do calor corporal para o ambiente (ALMEIDA et al., 2010). As altas temperaturas, quando associadas à alta umidade relativa em galpões de confinamento principalmente quando projetados inadequadamente, contribuem ainda mais para o baixo desempenho do rebanho leiteiro sob condições de estresse térmico (FARIA et al., 2008).

Visando à maior produção, cada vez mais os produtores adotam os sistemas intensivos de produção animal. Estes sistemas influenciam diretamente a condição de conforto e bem-estar dos animais (PERISSINOTTO et al., 2007b). O conceito de bem-estar na produção animal torna-se uma necessidade quando se busca otimizar os índices produtivos e tornar a atividade competitiva.

X Congresso Internacional do Leite

X Workshop de Políticas Públicas

XI Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira

Para melhor avaliar o ambiente na produção animal, têm-se buscado o auxílio de métodos inovadores, ferramentas não invasivas de avaliação e controle do bem-estar (BORGES et al., 2010). A estimativa de bem estar animal, considerando todas as possibilidades de associações críticas do ambiente térmico, constitui-se em um problema onde a aplicação da teoria dos conjuntos *fuzzy* pode apresentar-se promissora (PONCIANO et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho desenvolver um modelo *fuzzy* para prever a taxa de ocupação de baias em instalações de gado de leite do tipo *free-stall*, auxiliando na otimização do dimensionamento de projetos.

Material e Métodos

Para o desenvolvimento do sistema *fuzzy*, foram definidas como variáveis de entrada: a temperatura de bulbo seco (T_{bs} , °C), temperatura de bulbo úmido (T_{bu} , °C) e temperatura de globo negro (T_{gn} , °C). Com base nas variáveis de entrada, o sistema *fuzzy* prediz a taxa de ocupação (TO, %) de baias por vacas leiteiras no *free-stall*.

Para análise, utilizou-se o método de inferência de Mamdani e a defuzzificação foi realizada utilizando o método do Centro de Gravidade, conforme proposto por TANAKA (1997) e SIVANANDAM et al. (2007).

Os domínios nos intervalos das variáveis de entrada variam de [21; 34] para a T_{bs} (°C), [20; 29] para a T_{bu} (°C) e o domínio do intervalo [22; 36] para a variável T_{gn} (°C). O modelo das curvas de pertinência utilizadas foi o triangular, por se ajustar melhor aos dados das variáveis de entrada.

Na construção dos conjuntos *fuzzy*, foi utilizado para a variável de saída um modelo trapezoidal com seis caracterizações relativas à taxa de ocupação (TO), distribuídas em faixas entre 0-20; 15-40; 35-60; 55-80; 75-95; 90-100.

Para validação do modelo, coletas de dados ambientais e comportamentais foram realizadas nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Leite (SIPL), do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL) da Embrapa, situado no Município de Coronel Pacheco, Zona da Mata de Minas Gerais.

Os dados ambientais (T_{bs} , T_{bu} e T_{gn}) e comportamentais (ocupação das baias) foram coletados em intervalos regulares de uma hora, de oito às 17 horas, no período de verão, totalizando pelo menos 30 dias de coleta. Em cópias da planta baixa da instalação, eram anotadas as baias (“stalls”) que estavam sendo ocupadas por vacas. O número de animais que ocupavam as baias no momento da avaliação em relação ao total de baias foi transformado em porcentagem.

Resultados e Discussão

Os maiores valores de TO, de forma geral, foram encontrados quando o ambiente apresentou menores valores das variáveis analisadas (T_{bs} , T_{bu} , T_{gn}). Entretanto, quando se avalia separadamente a influência de cada variável sobre o modelo, observa-se que a T_{bs} apresenta maior efeito sobre a TO, pois quando esta variável apresenta valores elevados (maior que 30 °C) independente da variação da T_{bu} , e T_{gn} , seus valores de TO se mantêm constantes (Figura 1).

Quando novos sistemas computacionais são criados com o intuito de dar suporte a decisões, faz-se necessário adotar medidas que analisem o poder descritivo do novo sistema criado. Uma forma de se avaliar um modelo é o desvio padrão apresentado entre os valores medidos experimentalmente e os apresentados pelo modelo desenvolvido. Os resultados da TO estimados pelo sistema *fuzzy*, apresentaram valor de desvio padrão médio de 3,93%, quando comparados aos valores observados experimentalmente.

O coeficiente de determinação (R^2 , %) foi calculado, por ser uma medida de qualidade do modelo em relação à sua habilidade de estimar corretamente os valores da variável resposta. O R^2 encontrado mostrou que 75,45 % da variação pode ser explicado pelo modelo.

X Congresso Internacional do Leite

X Workshop de Políticas Públicas

XI Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira

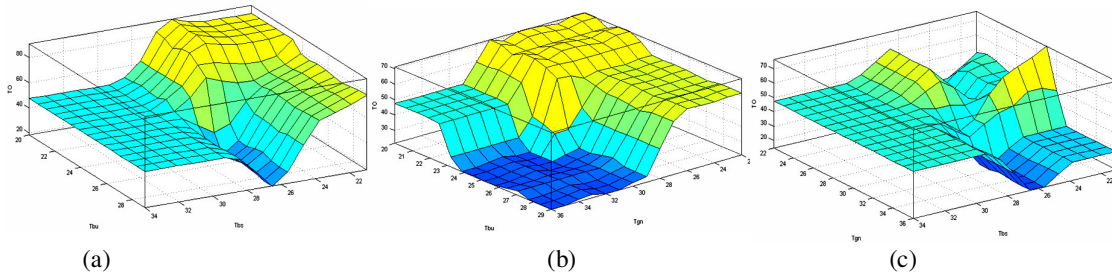


Figura 1- Taxa de ocupação de bovinos de leite em instalação do tipo free stall em função da T_{bu} e T_{bs} (a), T_{bu} e T_{gn} (b), T_{gn} e T_{bs} (c).

A permanência de bovinos leiteiros dentro de baias em instalações do tipo *free-stall* dependem não somente das variações ambientais, fatores como a alimentação e a ruminação influenciam a busca dos animais às baias. DAMASCENO et al. (1999), ao estudarem o comportamento de vacas holandesas em instalações *free-stall*, observaram que a maioria dos animais ruminava deitada nas baias. Entretanto, nas horas mais quentes do dia, ocorria maior frequência de animais em pé, ruminando nos corredores a partir das 14h, alcançando maiores concentrações deste comportamento por volta das 18 horas.

Com o objetivo de validar o modelo proposto, os dados de campo das variáveis ambientais foram utilizados como entrada no sistema *fuzzy* desenvolvido, e as respostas obtidas foram comparadas com os valores de taxa de ocupação observados a campo, sendo que a porcentagem de acerto médio para os dados simulados foi de 89,7 %.

Conclusões

O sistema *fuzzy* desenvolvido para a predição da taxa de ocupação de baias em instalação *free-stall* para bovinos leiteiros, proporcionou baixos valores de desvio padrão, possibilitando uma predição realística da taxa de ocupação de baias, visando o planejamento e projeto de instalações *free-stall*, além de poder ser usada como suporte à tomada de decisão sobre o controle de sistemas de condicionamento térmico de instalações *free-stall*.

Literatura citada

- ALMEIDA, G.L.P.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G.A.P.; MORRIL, W.B.B. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.12, p.1337-1344, 2010.
- DAMASCENO, J.C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, n.4, p.709-715, 1999.
- FARIA, F.F.; MOURA, D.J.; SOUZA, Z.M.; MATARAZZO, S.V. Viabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. Ciência Rural, v.38, n.9, p.2498-2505, 2008.
- PERISSINOTTO, M.; CRUZ, V.F.; PEREIRA, A.; MOURA, D.J. Influência das condições ambientais na produção de leite da vacaria da Mitra. Revista de Ciências Agrárias, v.30, n.1, p.143-149, 2007a.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; CRUZ, V.F. Avaliação da produção de leite em bovinos utilizando diferentes sistemas de climatização. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, n.1, p.135-142, 2007b.
- PONCIANO, P.F.; LOPES, M.A.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, G.A.S. Análise do ambiente para frangos por meio da lógica *fuzzy*: uma revisão. Archivos de Zootecnia, v.60, n.1, p.1-13, 2011.
- SIVANANDAM, S.N., SUMATHI S., DEEPA, S.N. Introduction to fuzzy logic using matlab. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
- TANAKA, K. An introduction to fuzzy logic for practical applications. Tokyo: Springer, 1997. 138p.