

SISTEMA FUZZY PARA ESTIMATIVA DE BEM-ESTAR DE MATRIZES SUÍNAS (SUS ESCROFA) NA MATERNIDADE

JAQUELINE DE OLIVEIRA CASTRO¹, PATRÍCIA FERREIRA PONCIANO², LEONARDO SCHIASSI³, TADAYUKI YANAGI JUNIOR⁴, ALESSANDRO TORRES CAMPOS⁵, GLEICE CRISTINA DE ANDRADE E SILVA⁶

RESUMO

O conforto térmico é considerado um fator essencial para o desempenho e produção de matrizes suínas na maternidade. Além de causar danos às matrizes, ambientes fora das condições adequadas provocam queda na produtividade e diminuição do número de leitões desmamados. Diante disto, objetivou-se com o presente trabalho desenvolver um sistema *fuzzy* para avaliar e classificar o conforto térmico de matrizes suínas na maternidade submetidas a diferentes condições climáticas. Para tanto foram utilizadas duas variáveis de entrada: temperatura de bulbo seco (°C) e umidade relativa do ar (%), sendo a variável de saída correspondente o conforto térmico de matrizes (CTM). Os resultados indicam que a metodologia proposta é promissora para a determinação do CTM, podendo auxiliar na tomada de decisões quanto ao controle do ambiente interno em salas de maternidade.

Palavras-chave: Conforto Ambiental; Maternidade de suínos; Modelagem *fuzzy*

INTRODUÇÃO

A suinocultura mundial sofreu várias mudanças nas últimas décadas, o número de unidades produtivas diminuiu, porém a produção aumentou. Isto deveu-se aos avanços na genética, manejo, nutrição e sanidade e segurança alimentar (HECK, 2009). Desde então, estudos começaram a ser realizados no intuito de se conhecer a interação animal-ambiente-instalação e otimizar o sistema produtivo e otimizar o sistema produtivo (SAMPAIO et al., 2007).

O desempenho produtivo e reprodutivo dos animais depende do sistema de manejo empregado, que envolve o sistema de criação escolhido, da nutrição, da sanidade e das instalações (TOLON & NÄÄS, 2005). PANDORFI et al. (2008) advertem que o ambiente do sistema de criação influencia diretamente o conforto e bem-estar animal, afetando o desempenho produtivo e reprodutivo dos suínos. Fatores ambientais externos e o microclima dentro das instalações influem direta e indiretamente nos suínos em todas as fases de produção e podem acarretar em reduções na produtividade. Em condições tropicais, segundo SILVA et al. (2007) o desconforto térmico é frequente, constituindo-se um dos principais problemas da moderna suinocultura.

A maternidade é uma fase muito importante na criação de suínos na qual se devem conciliar, simultaneamente, as necessidades opostas dos leitões com as da fêmea em um mesmo ambiente (CAMPOS et al., 2008). O estresse calórico ao afetar em matrizes em lactação, segundo MARTINS & COSTA (2008) influenciam seu desempenho produtivo (peso corporal, espessura de toucinho, escore corporal visual e composição dos tecidos corporais) e reprodutivo (intervalo desmame-estro e duração do estro).

Para melhor avaliar o ambiente de produção animal, têm-se buscado o auxílio de métodos inovadores, ferramentas não invasivas de avaliação e controle do bem-estar em ambiente confinado (BORGES et al., 2010). As metodologias matemáticas até então utilizadas, não se mostraram atrativas para descrever a interação adequada das variáveis envolvidas na ambiência animal, devido ao grande número de informações existentes para a determinação das condições adequadas para o bem estar dos animais. Nesse sentido, a aplicação dos conhecimentos da teoria dos conjuntos *fuzzy* mostra-se inovadora, pois é uma teoria matemática aplicada a conceitos difusos. A teoria *fuzzy* ao invés de

¹ Doutoranda em Engenharia Agrícola, DEG/ UFLA, jaqueline.oliveiracastro@yahoo.com.br

² Mestranda em Engenharia Agrícola, DEG/ UFLA, patyponciano@yahoo.com.br

³ Mestrando em Engenharia de Sistemas, DEG/UFLA, leoschiassi@yahoo.com.br

⁴ Professor Associado, DEG/UFLA, yanagi@deg.ufla.br

⁵ Professor Adjunto, DEG/UFLA, atcampos3@yahoo.com.br

⁶ Mestranda em Engenharia Agrícola, DEG/UFLA, gleicedch@hotmail.com

utilizar números, ela tem como base a utilização de variáveis lingüísticas, palavras ou sentenças, as quais desempenham papel importante no tratamento da imprecisão. Trata-se de uma metodologia interessante na tomada de decisão, possibilitando, o controle do ambiente térmico no interior de galpões para produção de suínos AMENDOLA et al. (2004).

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, desenvolver um modelo baseado na teoria dos conjuntos *fuzzy* para a predição do bem estar de matrizes suínas na fase de maternidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O modelo *fuzzy* desenvolvido avalia o ambiente térmico para matrizes suínas na maternidade em função da temperatura de bulbo seco (t_{bs} , °C) e da umidade relativa do ar (UR, %). Com base nas variáveis de entrada, o sistema *fuzzy* prediz o CTM (Tabela 1), onde o conforto de matrizes é quantificado e classificado de acordo com as variáveis térmicas internas do galpão (OWADA et al., 2007).

TABELA 1 - Classificação do conforto térmico de matrizes (CTM)

CTM	Classificação
(0 - 0,25)	Muito ruim
(0 - 0,50)	Ruim
(0,25 - 0,75)	Médio
(0,50 - 0,75)	Bom
(0,75 - 1,0)	Muito bom

Na análise matemática utilizou-se o método de inferência *fuzzy* de Mamdani, que traz como resposta um conjunto *fuzzy* originado da combinação dos valores de entrada com os seus respectivos graus de pertinência, através do operador mínimo e em seguida, pela superposição das regras por meio do operador máximo. A defuzzificação foi feita utilizando o método do Centro de Gravidade (Centróide ou Centro de Área), que considera todas as possibilidades de saída, transformando o conjunto *fuzzy* originado pela inferência em valor numérico, conforme proposto por TANAKA (1997) e SIVANANDAM et al. (2007).

As faixas de t_{bs} (°C) para conforto de fêmeas suínas foi elaborado conforme proposto por BAÊTA & SOUZA (1997) e TEIXEIRA (1997), sendo que esta variável de entrada foi dividida em três faixas: temperatura baixa - ($0 < t_{bs} \leq 12$), temperatura de conforto - ($10 < t_{bs} \leq 20$) e temperatura alta - ($18 < t_{bs} \leq 30$).

A variável de entrada umidade relativa do ar (%) foi classificada de acordo com pesquisa realizada por PANDORFI et al. (2007) em baixa ($30 < UR \leq 72$), média ($70 < UR \leq 82$) e alta ($80 < UR \leq 100$).

O sistema de regras (Tabela 2) foi desenvolvido com base nas combinações de t_{bs} e UR, sendo que um especialista foi consultado para elaborar o resultado de saída para cada combinação dos dados de entrada. Ao final, nove regras foram definidas, sendo que para cada regra foi atribuído um fator de ponderação igual a 1.

TABELA 2 - Composição do sistema de regras para as variáveis de entrada: t_{bs} e UR

Regra	t_{bs}	UR	CTM
1	Baixa	Baixa	Médio
2	Conforto	Média	Muito bom
3	Alta	Alta	Médio
4	Baixa	Baixa	Ruim
5	Conforto	Média	Médio
6	Alta	Alta	Ruim
7	Baixa	Baixa	Muito ruim
8	Conforto	Média	Ruim
9	Alta	Alta	Muito ruim

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das relações entre as variáveis de entrada e saída, foi formulado um modelo *fuzzy* utilizando o método de Mandani, tendo sido selecionadas as funções trapezoidais e triangulares para as variáveis de entrada e saída (Figura 1), de acordo com AMENDOLA et al. (2004) e OLIVEIRA et al. (2005).

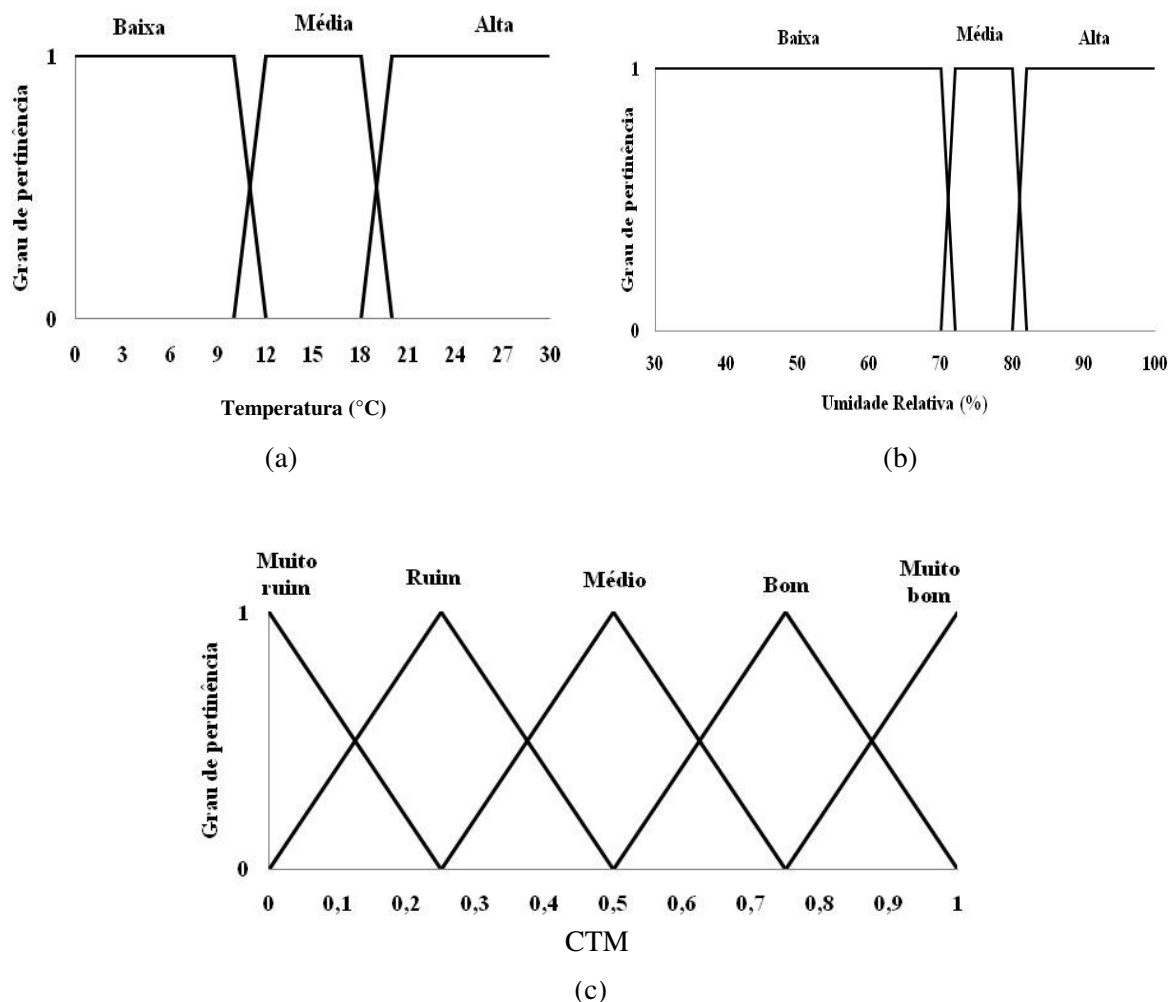


FIGURA 1 - Funções de Pertinência dos conjuntos *fuzzy* admitidos pelas variáveis de entrada: (a) t_{bs} e (b) UR e pela variável de saída (c) conforto térmico de matrizes.

A variação do conforto térmico, em função da t_{bs} e UR pelo sistema pode ser visualizada na Figura 2. Valores de CTM iguais a unidade indicam condição de máximo conforto e valores iguais a zero indicam condições plenamente desconfortáveis para os animais.

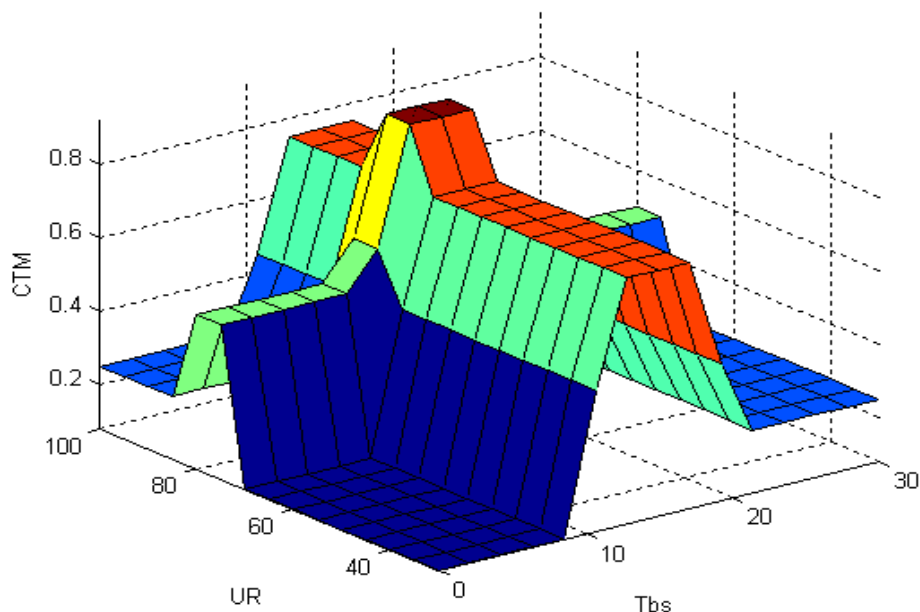


FIGURA 2 - Conforto térmico de matrizes (CTM) simulado com base no t_{bs} e UR.

Com base nestes resultados pode-se observar que o CTM diminui à medida que aumenta os valores de ITU ou UR, estando assim de acordo com os resultados encontrados por OWADA et al. (2007) e SCHIASSI et al. (2010).

CONCLUSÃO

O sistema *fuzzy* desenvolvido para predição do conforto térmico de matrizes suínas (CTM), com base no ambiente térmico de criação, caracterizado pela temperatura e umidade relativa do ar simulou satisfatoriamente o CTM. Ademais, a teoria dos conjuntos *fuzzy* é uma tecnologia promissora na predição do conforto térmico de matrizes suínas, podendo ser usada como suporte à tomada de decisão sobre o sistema de criação a ser utilizado.

REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

AMENDOLA, M.; CASTANHO, M. J.; NÄÄS, I.; SOUZA, A. L. Análise matemática de condições de conforto térmico para avicultura usando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Biomatemática**, v.14, n.1, p.87-92, 2004.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais** – Conforto animal. Viçosa: Editora UFV, 1997. 245p.

BORGES, G.; MIRANDA, K. O. S.; RODRIGUES, V. C.; RISI, N. Uso da geoestatística para avaliar a captação automática dos níveis de pressão sonora em instalações de creche para suínos. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p.377-385, 2010.

CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; SILVA, J. N.; CARVALHO, C. S.; MAUIRI, A. L. Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Revista Ceres**, v.55, n. 3, p. 187-193, 2008.

HECK, A. Fatores que influenciam o desenvolvimento dos leitões na recria e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37, v.1, p.211-218, 2009.

MARTINS, T. D. D. & COSTA, A. N. Desempenho e comportamento de fêmeas suínas lactentes criadas em climas tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n.1, p.77-88, 2008.

OLIVEIRA, H. L.; AMENDOLA, M.; NÄÄS I. A. 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.

OWADA, A. N.; NÄÄS, I. A.; MOURA, D. J.; BARACHO, M. S. Estimativa do bem-estar de frangos de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.611-618, 2007.

PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; GUISELINI, C.; PIEDADE, S. M. S.; Uso da lógica *fuzzy* na caracterização do ambiente produtivo para matrizes gestantes. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.83-92, 2007.

PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.99-106, 2008.

SALES, G. T.; FIALHO, E. T.; YANAGI JUNIOR, T.; FREITAS, RILKE T. F. de; TEIXEIRA, V. H.; DAMASCENO, F. A. Influência do ambiente térmico no desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. In: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, **Anais...**, João Pessoa – PB. 2006.

SAMPAIO, C. A. P.; NÄÄS, I. A.; SALGADO, D. D.; QUEIRÓS, M. P. G. Avaliação do nível de ruído em instalações para suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.4, p.436–440, 2007.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, F. A.; PONCIANO, P. F.; ABREU, L. H. P. Lógica fuzzy aplicada à classificação do ambiente interno para trabalhadores de galpões avícolas. In: IX Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola (CLIA) e XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), **Anais...** Vitória -ES. 2010.

SILVA, K. O.; NÄÄS, I. A.; TOLON, Y. B.; CAMPOS, L. S. L.; SALGADO, D. D. Medidas do ambiente acústico em creche de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.3, p.339-344, 2007.

SIVANANDAM, S. N.; SUMATHI, S.; DEEPA, S. N. **Introduction to fuzzy logic using MATLAB**. Berlin: Springer, 2007. 430p.

TANAKA, K. **An introduction to fuzzy logic for practical applications**. Tokyo: Springer, 1997. 138p.

TEIXEIRA, V. H. **Construções e ambiência**. Lavras: FAEPE, 1997. 181p.

TOLON, Y. B.; NÄÄS, I. A. Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos. **Engenharia Agrícola**, v.25 n.3, p.565-574, 2005.