

## LÓGICA FUZZY COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DE PERDAS ECONÔMICAS DECORRENTES DO TRANSPORTE DE SUÍNOS

RODRIGO COUTO SANTOS<sup>1</sup>, KARINA FREITAS COSTA<sup>2</sup>, ANA PAULA CASSARO FAVARIM<sup>3</sup>, RAYANE MORENO WATERKEMPER<sup>4</sup>, ROSILENE OLIVEIRA DOS SANTOS<sup>5</sup>, ARTHUR CARNIATO SANCHES<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Professor Associado, FCA/UFGD, Dourados – MS, (67) 98190-8799, rodrigocouto@ufgd.edu.br

<sup>2</sup> Bióloga, UNIGRAN, Dourados – MS.

<sup>3</sup> Engenheira Civil, Mestranda em Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados – MS.

<sup>4</sup> Graduanda Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados – MS.

<sup>5</sup> Engenheira agrônoma, Mestranda em Engenharia Agrícola, FCA/UFGD, Dourados – MS.

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, FCA/UFGD, Dourados – MS.

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** Se aliada aos avanços tecnológicos da Indústria 4.0, como uso de técnicas de agricultura digital, a suinocultura retornaria melhores práticas de sustentabilidade e ferramentas de gestão para o produtor. Operações de transporte ficam em evidência, onde uma alta taxa de perda é verificada. A lógica *fuzzy* é uma ferramenta digital de fácil manuseio que proporciona resultados de simples interpretação. Assim, este trabalho teve como objetivo a construção de um modelo para simulação que represente as perdas decorrentes do transporte de suínos utilizando um sistema baseado na lógica *fuzzy* levando em consideração variáveis relevantes envolvidas no processo. Para a construção do modelo matemático de interesse utilizou-se o programa Matlab, que permitiu trabalhar com a teoria dos conjuntos *fuzzy*. A “Distância do Criador” ao abatedouro, “Tempo de Viagem” e “Hora de Transporte” dos animais foram usadas como variáveis de entrada. Como variável de saída considerou-se a “Perda devida ao Transporte”. A lógica *fuzzy* mostrou-se uma ferramenta ideal da agricultura digital para simular problemas como os apresentados neste trabalho, demonstrando que mesmo a pequenas distâncias e curtos períodos de tempo de transporte ocorrem perdas que devem ser consideradas, sugerindo que devam ser feitas melhorias nos sistemas de manejo pré-abate dos suínos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ambiência, produção animal, simulação

### FUZZY LOGIC AS A TOOL TO EVALUATE ECONOMIC LOSS ARISING FROM SWINE TRANSPORT

**ABSTRACT:** If allied with the technological advances of Industry 4.0, such as the use of digital agricultural techniques, the swine farming would return the best practices of sustainability and tools of management to the producer. Transport operations are evident, where a high loss rate is verified. The fuzzy logic is an easy to handle digital tool that provides simple interpretation results. Thus, this work had as objective the construction of a model for simulation that represents the losses resulting from the transportation of swines using a system based on the fuzzy logic taking into account relevant variables involved in the process. For the construction of the mathematical model of interest the Matlab program was used, which allowed to work with the fuzzy set theory. The "Distance from the Breeder" to the slaughterhouse, "Travel Time" and "Transport Hour" of the animals were used as input variables. As an output variable, "Loss due to Transport" was considered. Fuzzy logic showed to be an ideal tool for digital agriculture to simulate problems such as those presented in this paper, demonstrating that even at small distances and short transport times there are losses

that must be considered, suggesting that improvements must be made in the systems pre-slaughter of swines.

**KEYWORDS:** Ambience, animal production, simulation

**INTRODUÇÃO:** A suinocultura é uma atividade que obteve uma expansão significativa na economia nacional nos últimos anos. O complexo brasileiro de carnes é um dos mais dinâmicos e diversificados do mundo, ocupando o quarto lugar na exportação e produção de suínos de acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2018).

Segundo DE OLIVEIRA et al (2017) a suinocultura no Mato Grosso do Sul vem trazendo resultados positivos para o setor, e se aliada aos avanços tecnológicos da Indústria 4.0, como uso de técnicas de agricultura digital, retornariam melhores práticas de sustentabilidade e ferramentas de gestão para o produtor.

A produção seria ainda maior, se as técnicas de bem-estar nas operações pré-abate fossem obedecidas em todas as etapas da cadeia produtiva, inclusive operações de transporte, onde se obtêm alto índice de perdas, devido o estresse que leva à condenação sanitária dos animais enviados ao abate (SANTOS et al., 2013).

Para CORRALES et al. (2018), as operações que antecedem a insensibilização dos suínos no frigorífico, desde as últimas atividades realizadas na granja são consideradas operações de manejo pré-abate, principalmente as operações de transporte.

Para se avaliar parâmetros que demandem incerteza na resposta SCHIASSI et al. (2013) recomendam o uso da lógica *fuzzy*, por traduzir em termos matemáticos a informação imprecisa, expressada por um conjunto de regras linguísticas, remetidas à variável determinística de saída que serve como ferramenta de gestão para tomada de decisões.

Posto isto, este trabalho teve como objetivo a construção de um modelo para simulação que represente as perdas decorrentes do transporte de suínos utilizando para isto um sistema baseado na lógica *fuzzy* levando em consideração variáveis relevantes envolvidas no processo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Durante o transporte, alguns fatores de maior relevância que levam ao desconforto dos suínos e têm grande representatividade nas perdas são a distância do criatório ao abatedouro que reflete no tempo de viagem (OCHOVE, 2010) e o horário da viagem responsável pela incidência ou não do sol nos animais (LAWRENCE et al., 2018). Assim, foi considerado neste modelo como variáveis de entrada distância entre Criador e abatedor, tempo de viagem e horário que o transporte foi realizado, sendo a variável resposta as perdas finais decorrentes da combinação destas variáveis.

A principal característica da Lógica *Fuzzy* é a inclusão digital de um perito especialista que tem a tarefa de desenvolver escalas de confiabilidade dos dados utilizados, indicando assim, o grau de segurança das respostas (SCHOLL et al., 2015). Para a construção do modelo matemático de interesse foi utilizado o programa Matlab R2015a® (2015), o qual permitiu trabalhar com a teoria dos conjuntos *fuzzy*. O método de inferência utilizado foi o Método de Mamdani e na defuzzificação o Método do Centro da Gravidade, conforme proposto por AMENDOLA e SOUZA (2003).

Os conjuntos *fuzzy* que compuseram as variáveis de entrada foram construídos por especialista e dispostos de forma a assumirem intervalos pré-definidos, de acordo com informações adquiridas em MACHADO (2013) como segue:

➤ Variável linguística de entrada “Distancia\_Criador” - domínio compreendido entre 0 e 1000 km, fracionada em 3 termos linguísticos: Ideal [0 0 100 200]; Menor\_Estresse [100 200 300 400] e Maior\_Estresse [300 400 1000 1000].

➤ Variável linguística de entrada “Tempo\_Viagem” - domínio compreendido entre 0 e 12h fracionada em 3 termos linguísticos: Ideal [0 0 2]; Pouco\_Estresse [1 2 4 5] e Muito\_Estresse [4 5 12 12].

➤ Variável linguística de entrada “Horário\_Transporte” - domínio compreendido entre 0 e 1 fracionada em 4 termos linguísticos: Manhã [0 0 0.2 0.3]; Tarde [0.2 0.3 0.45 0.55]; Dia\_Todo [0.45 0.55 0.7 0.8] e Noite [0.7 0.8 1 1].

➤ Para a variável linguística de saída “Perda\_Transporte”, o domínio ficou compreendido entre 0 e 100 %, fracionado em 3 termos linguísticos, de acordo com valores descritos por DOS REIS et al. (2016): Normal [0 0 10]; Alta [8 10 25 30] e Muito\_Alta [25 30 100 100].

Segundo MOLLO NETO e NÃÃS (2014), o uso de um método de raciocínio *fuzzy* é baseado em regras do tipo SE-E-ENTÃO para inferir um diagnóstico de saída. Desta forma, a relação entre as variáveis de entrada e de saída se deu com a utilização das preposições *fuzzy* de entrada “se” (If), “e” (and), e de saída “então” (then), que originou um controlador de lógica *fuzzy* da forma: **Se** Distancia\_Criador é \_\_ e Tempo\_Viagem é \_\_ e Horário\_Transporte é \_\_ , **então** Perda\_Transporte é \_\_.

Ao final, como forma de ajustar o sistema, foram realizadas simulações, onde os resultados foram comparados com as informações das literaturas utilizadas para gerar as variáveis inseridas no programa especialista.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A Figura 1 mostra a representação gráfica da base de regras ativada para o sistema especialista gerado. Dentro das possibilidades de simulação, na Figura 1 destacam-se as situações extremas, onde longas distâncias com elevados tempos entre criadores e abatedores assumem valores considerados causadores de estresse que proporcionam maiores perdas decorrente do transporte. Estes resultados corroboram com DOS REIS et al. (2016) que relatam comprometimento de 75% de um lote de suínos transportado por mais de 700km até o abatedouro com tempo de viagem de 9 horas, necessitando de mais descanso antes do abate.

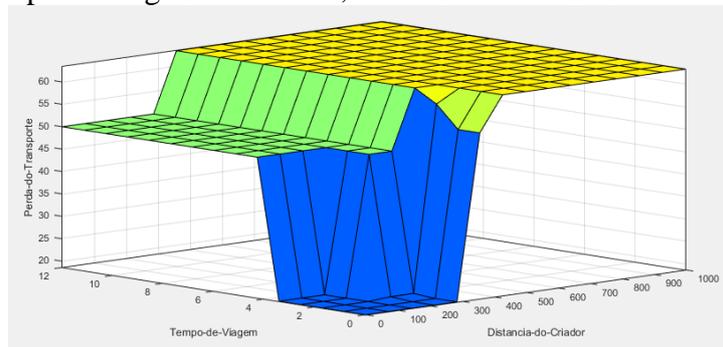


FIGURA 1. Representação gráfica da base de regras ativada do sistema *fuzzy*  
Fonte: MATLAB R2015a® (2015)

De acordo com EMBRAPA (2012) o tempo de transporte contribui para o aumento do estresse suíno, sendo que após 3 horas de viagem deve se ter cuidado especial, pois este inicia estágio de estresse avançado e acelera perda de peso, a uma taxa de 0,2% por hora.

COSTA et al. (2019) afirmam que os suínos devem ser transportados nas horas mais frescas do dia, devido a sensibilidade do animal à temperatura. Nessas condições, é sugerido que o transporte ocorra bem cedo ou no período noturno e que não tenha que percorrer longas distâncias, para evitar períodos quentes do dia. A Figura 1 corrobora as afirmações destes autores, pois se considerar 3 horas de viagem e 300 km de distância as perdas na produção já ultrapassam 15%, considerada “Alta” pela variável de saída do sistema especialista.

OCHOVE et al. (2010) constataram que as distâncias médias e longas entre a granja e o abatedouro foram responsáveis pelo estresse crônico nos animais, representando um maior número de mortalidade que em locais mais próximos. Considerando que o sistema especialista está retornando uma perda do transporte muito alta para estas condições, esta ferramenta digital demonstra eficiência neste tipo de representação.

**CONCLUSÕES:** A lógica *fuzzy* demonstrou ser uma ferramenta ideal da agricultura digital para simular problemas como os apresentados neste trabalho, podendo também ser aplicada para a representação de cenários envolvendo logística e transporte de aves e gado.

Pela simulação obtida neste estudo é possível verificar que mesmo em situações de pequenas distâncias e pouco tempo de transporte ocorrem perdas que devem ser consideradas, sugerindo melhorias nos sistemas de manejo pré-abate dos suínos.

#### **REFERÊNCIAS:**

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual**. 2018. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>>. Acesso em: 08 de setembro de 2018.

AMENDOLA, M.; SOUZA, A. L. **Manual do Uso da Teoria dos Conjuntos Fuzzy no MATLAB 6.1**. Campinas: FEAGRI/UNICAMP, 2004. 30p.

CORRALES, N.U.; RAMÍREZ, J.F.N.; VILLEGAS, S.H. Swine welfare at slaughterhouses in Valle de Aburrá (Colombia), **Veterinary and Animal Science**, v.6, p. 50-55, 2018.

COSTA, F.A.D.; GIBSON, T.J.; OLIVEIRA, S.E.O.; GREGORY, N.G.; COLDEBELLA, A.; FAUCITANO, L.; COSTA, O.A.D. On-farm pig dispatch methods and stockpeople attitudes on their use, **Livestock Science**, v. 221, p. 1-5, 2019.

DE OLIVEIRA, D. V.; FAGUNDES, M. B. B.; FERNANDES, M. M.; FERNANDES, M. M.; PITALUGA, C. M. Análise do consumo intermediário para a produção de suínos no Mato Grosso do Sul. **Desafio Online**, v.5, n.1, p. 139-159, 2017.

DOS REIS, J. G. M.; MACHADO, S. T.; SANTOS, R. C.; NÄÄS, I. A.; OLIVEIRA, R. V. Perdas financeiras no transporte de suínos. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.1, p.163-170, 2016.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção de suínos**. 2012. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/index.html>>. Acesso em: 12 abril 2019.

LAWRENCE, A. B.; NEWBERRY, R.C.; ŠPINKA, M. Positive welfare: What does it add to the debate over pig welfare? *Advances in Pig Welfare*, **Woodhead Publishing**, p. 415-444, 2018.

MATLAB R2015a®. The Mathworks Inc. 2015. 03 Apple Hill Drive. Natick, MA 01760-2098. 2015.

MOLLO NETO, M.; NÄÄS, I. A. Software de agricultura de precisão para monitorar parâmetros ambientais de conforto térmico na bovinocultura de leite. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 8, n. 2, p. 112-127, 2014.

OCHOVE, V. C. C.; CARAMORI JÚNIOR, J. G.; CORRÊA, G. S. S.; BERTOLONI, W.; ROÇA, R. O.; SILVA, G. S.; CRUZ, R. A.S. Influência da distância no bem-estar e qualidade de carne de suínos transportados em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.1117-1126, 2010.

SANTOS, R. C.; REIS, J. G. M.; MACHADO, S. T.; JORDAN, R. A.; OLIVEIRA, R. V.; MOURA, G. B. Perdas econômicas decorrentes do transporte de suínos em Mato Grosso do Sul: estudo de caso. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, p.1682-1697, 2013.

MACHADO, S. T. Influência das condições de manejo pré-abate na qualidade da carne suína. Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Dourados – MS, 2013. 76p.

SCHIASSI, L.; MELO, N. S. M.; TAVARES, G. F.; SOUZA, I. P. Fuzzy modeling in human well-being parameters. **Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**. v.1. p.8-12. 2013.

SCHOLL, C. A.; HOURNEAUX JUNIOR, F.; GALLELI, B. Organizational sustainability: composite index application on a chemical industry company. **Gestão & Produção**, v.22, n.4, p.695-710. 2015.