

PREDIÇÃO DE CIO EM VACAS LEITEIRAS UTILIZANDO LÓGICA FUZZY

LEANDRO FERREIRA¹, TADAYUKI YANAGI JUNIOR²,
IRENILZA A. NÄÄS³, MARCOS A. LOPES.⁴

1 Bolsista PIBIC/CNPQ, Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras - MG, leandroferreira@eagricola.ufla.br

2 Engº Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia, UFLA, Lavras - MG.

3 Engº Agrícola, Profª. Doutora, Depto. de Construções Rurais, FEAGRI/UNICAMP, Campinas - SP.

4 Zootecnista, Prof. Doutor, Depto. de Medicina Veterinária, UFLA, Lavras - MG.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi desenvolver um algoritmo utilizando a teoria dos conjuntos *fuzzy* para a predição de cio em vacas leiteiras. Para tanto, utilizaram-se três variáveis de entrada: a) comportamento das vacas leiteiras (montar em outras vacas, presença de corrimento límpido e cristalino, vulva edemaciada, micção freqüente e inquietação); b) período de tentativa de monta; e c) período após o último cio e, como variável de saída, utilizou-se à taxa de detecção de cio. A análise foi realizada no ambiente computacional MATLAB 6.5. Os resultados mostraram que a lógica *fuzzy* é uma tecnologia promissora na predição de cio em vacas leiteiras, podendo auxiliar o técnico ou pecuarista na tomada de decisão relacionada à inseminação dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: bovino, conjuntos *fuzzy*, estro

ESTROUS PREDICTION IN DAIRY COWS USING FUZZY LOGIC

ABSTRACT: The present investigation aimed to develop an algorithm using the fuzzy sets to predict the estrous in dairy cows. For that three input variables were used: a) dairy cows' behavior (mounting other cows, mucous discharge from the vulva, swelling and reddening of the vulva, frequent urine and restless); b) attempting to mount other cows e c) period since last oestrus and, as the output variable, the estrous detection rate was used. The analysis was made using the MATLAB 6.5 toolbox. The results showed that the fuzzy logic is a promising technology to predict the estrous detection in dairy cows, and could help the technician and cattle farmer in the decision making related to the insemination of the animals.

KEYWORDS: bovine, fuzzy sets, estrus

INTRODUÇÃO: A detecção eficiente de cio em vacas e novilhas influencia profundamente o desempenho reprodutivo dos animais e, por conseguinte, a lucratividade do pecuarista (LOPES, 1997). A falha na identificação do cio causa problemas aos pecuaristas que utilizam à inseminação artificial ou a monta controlada. Assim a vaca pode estar em ótimas condições para a reprodução, mas há necessidade do cio ser identificado corretamente para ser aproveitado pelo produtor (CAMARGO, 2000). Para a adequada detecção de cio é necessário avaliar o comportamento do animal tendo como ponto de partida o seu ciclo de ocorrência. O cio ou estro é o período em que as vacas não gestantes ou novilhas estão na fase de receptividade sexual, que ocorre a cada 18 a 24 dias (CARDOSO, 2002). A principal característica do cio é quando a fêmea aceita a monta, seguido de outros sinais que auxiliam na identificação do cio, chamado de sinais secundários (CAMARGO, 2000). Assim para prever a eficiência na reprodução e na produção leiteira é necessário avaliar o comportamento do animal para

que se possa obter com certo grau de certeza, o *status* do animal em relação à manifestação de cio. Considerando as incertezas perante a situação do animal de estar em cio, objetivou-se com o presente trabalho, o desenvolvimento de um sistema de suporte a decisão utilizando a teoria dos conjuntos *fuzzy*, para a predição de cio em vacas leiteiras.

MATERIAIS E MÉTODOS: A lógica *fuzzy* trabalha com informações aproximadas em vez de exatas, assim como o raciocínio humano (raciocínio impreciso), buscando precisão em diversos estudos de forma que reduza o tempo de trabalho. Definido o estudo a ser feito, dever-se-á definir as variáveis de entrada e de saída que constituirão o sistema *fuzzy*. Para cada variável são atribuídos conjuntos *fuzzy* que caracterizam tais variáveis, sendo que, para cada conjunto *fuzzy*, é criada uma função de pertinência. Essas funções indicam com que grau de pertinência um determinado elemento pertence a um conjunto *fuzzy*. Em seguida são definidas as regras (sistema de regras) na qual é uma relação entre as variáveis de entrada e de saída com os seus respectivos conjuntos *fuzzy*. Para o desenvolvimento de um sistema *fuzzy* poder-se-á utilizar um software que possa realizar todos os procedimentos necessários para a sua construção, sendo que a avaliação computacional de qualquer sistema *fuzzy* é composta pela fuzzificação, inferência e defuzzificação. Para o desenvolvimento do sistema *fuzzy* foram definidas como variáveis de entrada: o número de comportamentos observados (NCO), principais comportamentos que evidenciam se a vaca está em cio ou não; o período de tentativa de monta (PTM, horas) e período após o último cio (PAUC, dias). Com base nas variáveis de entrada, o sistema *fuzzy* prediz a taxa de detecção de cio (TDC, %). A análise foi desenvolvida com o auxílio do software MATLAB 6.5, sendo que o método de inferência utilizado foi o Método de Mamdani e a defuzzificação foi feita utilizando o Método do Centro da Gravidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: As funções de pertinência do tipo trapezoidal foram utilizadas para representar as três variáveis independentes por serem as que melhor se ajustam ao estudo. Os comportamentos quantificados na análise foram à presença de corrimento límpido e cristalino, vulva edemaciada, micção freqüente, monta em outras vacas e inquietação, por serem as principais características a serem consideradas na detecção de cio (GRAY & VERNER, 1992). Assim, estabeleceram-se os conjuntos *fuzzy* e as respectivas funções de pertinência para o NCO (Figura 1a). Para PTM definiram-se os conjuntos *fuzzy* denominados ideal, crítico e aceitável, de acordo com BISHOP (1984) citado por TORRES (1987) que estudou a influência do horário de observação do cio sobre a eficiência de detecção (Figura 1b). Para a variável de entrada PAUC, os conjuntos *fuzzy* foram classificados em muito curto, curto, normal, longo e muito longo (FIRK et al., 2003), conforme apresentado na Figura 1c. A variável de saída, TDC, foi definida em função das questões incertas com relação ao momento em que o animal está em cio, na qual, propôs-se com o apoio de especialista, a classificação dos conjuntos *fuzzy* como baixa, média e alta, conforme observado na Figura 1d. O desenvolvimento do sistema de regras foi baseado em dados de literatura e nas informações de especialistas da área de reprodução bovina, sendo que foram definidas 30 regras (Tabela 1). Para cada regra foi atribuído um fator de ponderação igual a 1.

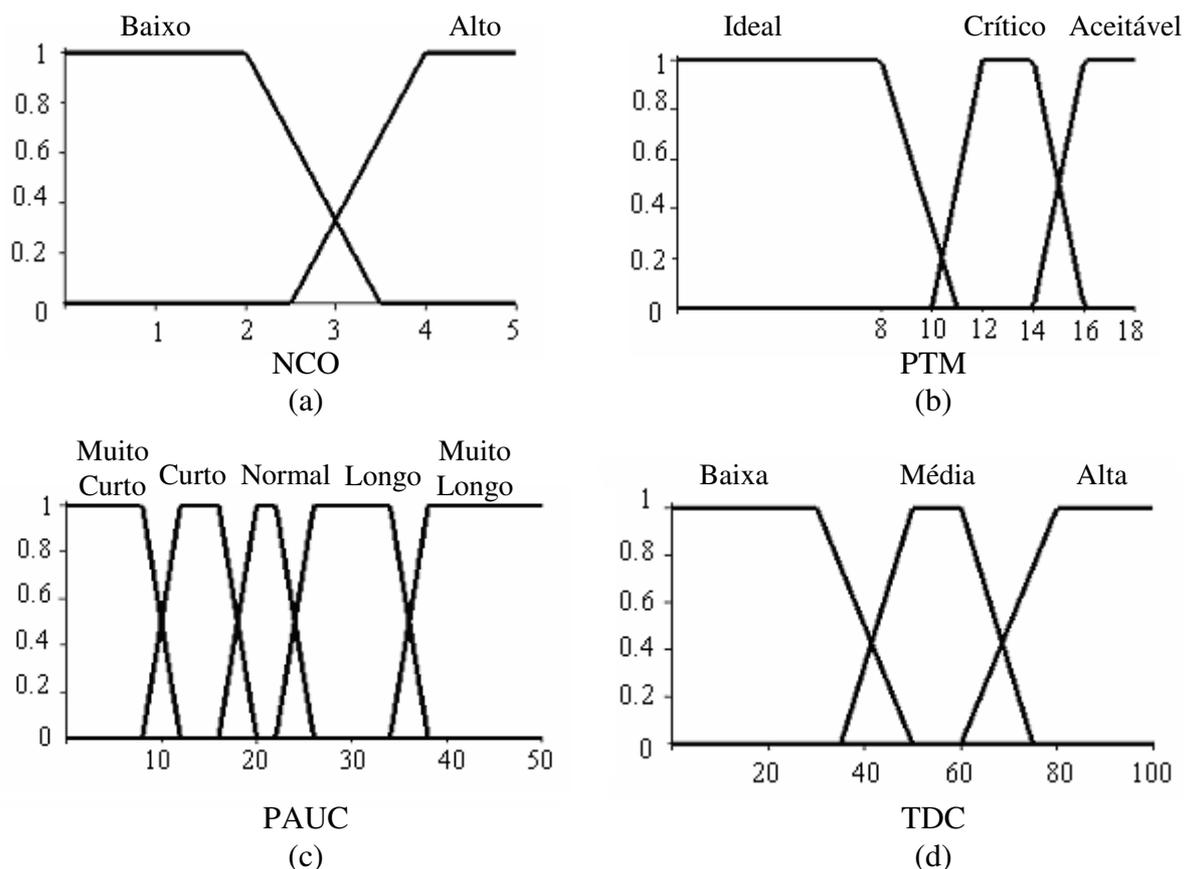


Figura 1. Funções de pertinência dos conjuntos *fuzzy* admitidos pela variável de entrada: (a) número de comportamentos observados (NCO), (b) período de tentativa de monta (PTM) e (c) período após o último cio (PAUC); e pela variável de saída: (d) taxa de detecção de cio (TDC).

Tabela 1. Composição do sistema de regras utilizadas na inferência *fuzzy* para as características: número de comportamentos observados (NCO), período de tentativa de monta (PTM) e período após o último cio (PAUC).

NCO	PTM	PAUC	TDC	NCO	PTM	PAUC	TDC
Baixo	Ideal	Muito Curto	Baixa	Alto	Ideal	Muito Curto	Baixa
Baixo	Ideal	Curto	Baixa	Alto	Ideal	Curto	Média
Baixo	Ideal	Normal	Média	Alto	Ideal	Normal	Alta
Baixo	Ideal	Longo	Baixa	Alto	Ideal	Longo	Média
Baixo	Ideal	Muito Longo	Baixa	Alto	Ideal	Muito Longo	Baixa
Baixo	Crítico	Muito Curto	Baixa	Alto	Crítico	Muito Curto	Baixa
Baixo	Crítico	Curto	Baixa	Alto	Crítico	Curto	Baixa
Baixo	Crítico	Normal	Baixa	Alto	Crítico	Normal	Média
Baixo	Crítico	Longo	Baixa	Alto	Crítico	Longo	Baixa
Baixo	Crítico	Muito Longo	Baixa	Alto	Crítico	Muito Longo	Baixa
Baixo	Aceitável	Muito Curto	Baixa	Alto	Aceitável	Muito Curto	Baixa
Baixo	Aceitável	Curto	Baixa	Alto	Aceitável	Curto	Média
Baixo	Aceitável	Normal	Média	Alto	Aceitável	Normal	Alta
Baixo	Aceitável	Longo	Baixa	Alto	Aceitável	Longo	Média
Baixo	Aceitável	Muito Longo	Baixa	Alto	Aceitável	Muito Longo	Baixa

Considerando um cenário hipotético na qual se tem o NCO igual a 3, PTM às 7 horas e PAUC igual a 21 dias, obteve-se como resultado, TDC igual a 73,5%, considerada como uma taxa de detecção MÉDIA, com grau de pertinência de 0,100 ou ALTA com grau de pertinência de 0,675. Esse resultado

está de acordo com VANZIN (2005), na qual a taxa de não retorno ao cio (prenhez ao primeiro serviço), para ser considerada boa, deve ficar acima de 75%, sendo que a média deve estar em torno de 65 a 70%. A Tabela 2 mostra alguns resultados obtidos a partir de simulações considerando diversos cenários hipotéticos.

Tabela 2. Taxa de detecção de cio simulada para diversos cenários.

Cenário	NCO	PTM (horas)	PAUC (dias)	TDC (%)
1	1	12	15	20,2
2	7	14	25	32,9
3	1	6	18	36,3
4	2	17	21	55,0
5	6	7	21	84,7

CONCLUSÕES: A lógica *fuzzy* é uma metodologia promissora na detecção de cio em vacas leiteiras a ser utilizada na zootecnia de precisão. O sistema *fuzzy* desenvolvido é de fácil implementação e flexível a composição de cenários para predição da taxa de detecção de cio, sendo que, as variáveis de entrada utilizadas são de fácil observação e são práticas usuais dos produtores, não necessitando de equipamentos específicos.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao CNPq/UFLA/PIBIC (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica, que viabilizou esta pesquisa.

REFERÊNCIAS:

CAMARGO, L. S. A. **Identificação de cio**. Embrapa Gado de Leite. 2000. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/pastprod/textos/folha47.html>>. Acesso em 22 dez. 2005.

CARDOSO, D. L. **Métodos de detecção de cio em bovinos**: 2002. 63 P. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2002.

FIRK, R.; STAMER, E.; JUNGE, W.; KRIETER, J. Improving oestrus detection by combination of activity measurements with information about previous oestrus cases. **Livestock Production Science**, n. 82, p. 97-103, 2003.

GRAY, H. G.; VERNER, M. A. Signs of estrus and improving detection of estrus in the cattle. **Dairy integrated Reproductive Management**, University of Rhode Island and University of Maryland. 1992. Disponível em: <<http://www.wvu.edu/~exten/infores/pubs/livepoul/dirm6.pdf>>. Acesso em 17 out. 2002.

LOPES, M. A. **Informática Aplicada à Bovinocultura**. Jaboticabal: FUNESP, 1997. 82 p.

TORRES, C. L. A. Ciclo estral, cio e movimento de cobrição em bovinos. **Boletim Técnico EMPASC**. Florianópolis, n. 40, p. 05-20, 1987.

VANZIN, I. M. **Manejo Reprodutivo**. Fazenda Greenbeef. 2005. Disponível em: <http://www.greenbeef.com.br/dicas_reprodutivas.htm>. Acesso em 22 dez. 2005.