

# MODELO FUZZY DE IDENTIFICAÇÃO DE CIO EM REBANHOS LEITEIROS

**Leandro A. Brunassi, Dra. Irenilza A. Nääs, Dra. Daniella J. Moura**

FEAGRI-UNICAMP/Construções Rurais e Ambiente, Campinas –SP  
ledosanjos@yahoo.com.br, daniella.moura@agr.unicamp.br, irenilza@agr.unicamp.br

**Resumo-** A detecção de estro em rebanhos leiteiros tem sido uma penosa tarefa de observação visual, método considerado de baixa eficiência, o que prejudica a fertilidade do rebanho e produção de leite. Com o avanço da tecnologia da informação no monitoramento de vacas leiteiras, hoje é possível detectar automaticamente o cio. O objetivo deste trabalho foi o de desenvolver um sistema fuzzy, que a partir da leitura de dados da atividade (passos/hora) e dados do calendário cíclico da vaca, identifique eficientemente o estado de cio em vacas leiteiras. Para teste da metodologia, foram coletados dados de 12 vacas na fazenda Campestre situada na cidade de São Pedro/SP produtora de leite da região. Os resultados dos testes mostraram que a incorporação dos dados sobre o período desde o último cio melhora significativamente a taxa de erro na detecção do estro. Com a metodologia criada encontrou-se uma eficiência de 100% (todos casos de cios foram identificados) e uma taxa de erro de 0% na detecção de estro para as 12 vacas analisadas.

**Palavras-chave:** Cio, Lógica Fuzzy, Bovinocultura Leiteira

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

## Introdução

Com a produção de 1.154 litros de leite por vaca/ano, o Brasil encontra-se mundialmente classificado como 16º colocado em índice de produtividade (litros por vaca/ano). Como o Brasil é o 7º maior produtor mundial de leite, nota-se claramente a necessidade de melhorias nos índices de produção leiteira brasileira (EMBRAPA, 2006). Na maioria dos rebanhos nos EUA, a taxa de detecção de cio esperada para grandes propriedades produtoras de leite é de menos de 50%, e é realizada geralmente por simples observação visual. No Brasil, as unidades produtoras de leite também executa a detecção visual do cio, método considerado de baixa eficiência. (FRENCH e NEBEL 2003; RORIE, 2002)

A fim de auxiliar o produtor de leite no manejo do rebanho e na detecção de cios, novas tecnologias têm surgido de sensores eletrônicos - que medem a atividade em passos por hora (pedômetros), a produção, a temperatura e a condutividade elétrica do leite apresentada por cada vaca. Todavia, estas tecnologias não estão bem difundidas no mercado, devido ao seu alto custo e principalmente devido à dificuldade dos modelos computacionais em interpretar o grande número de dados gerado pelos sensores. Com o intuito de solucionar este problema, novos modelos de detecção de estro que utilizam o filtro Kalman ou a lógica difusa têm surgido, apresentando uma alta taxa de detecção (cios corretamente identificados) de 80 a 90% (FIRK et al., 2002). A lógica difusa é tida atualmente como

uma ferramenta valiosa no desenvolvimento de modelos de detecção, pois é uma formalização do raciocínio dos especialistas ao julgarem um alerta de cio.

O objetivo geral desta pesquisa foi o de desenvolver um sistema baseado em lógica fuzzy, tecnicamente válido, para a detecção automatizada de cios em rebanhos leiteiros da raça Holandesa, buscando melhorar a taxa de detecção dos sistemas automáticos para mais de 80% (cios corretamente identificados), sendo que a eficiência atual é de 50%.

## Materiais e Métodos

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do sistema fuzzy está baseada nas pesquisas sobre a detecção automatizada de estro desenvolvidas por Firk (2003) e De Mol e Woldt (2001). Utilizou-se ferramentas computacionais tais como o Microsoft EXCEL, para confecção das tabelas de dados coletados das vacas e o recurso “fuzzy” contido no software MATLAB® para modelamento e simulação do sistema de detecção de cio criado. O modelo de inferência do sistema fuzzy utilizado foi o Mamdani, já que este é baseado em uma base de regras e permite a transformação das variáveis tanto de entrada como de saída em conjuntos fuzzy equivalentes. A aquisição do conhecimento necessário para a classificação nebulosa das variáveis e para a criação da base de regras foi feita de acordo com Firk (2003), De Mol e Woldt (2001) e consulta aos e especialistas no reconhecimento de cio realizado na fazenda.

A propriedade utilizada para coleta e análise dos dados foi a Fazenda Campestre, localizada no município de São Pedro - Estado de São Paulo. A fazenda está equipada com uma ordenha mecânica WESTFALIA®. Todas as vacas em lactação carregam um equipamento denominado pedômetro que identifica as vacas e marca o número de passos por hora apresentado pelas mesmas. Assim que as vacas entram no carrossel de ordenha, uma antena lê cada um dos pedômetros e transfere os dados para um computador. Os dados são armazenados por 2 meses no computador e servem para o controle da reprodução, saúde e produtividade das vacas.

Esta metodologia utiliza os dados de atividade das vacas combinado com dados sobre o calendário cíclico das vacas.

Para teste da metodologia foram coletados até o momento dados de 12 vacas do rebanho leiteiro de uma fazenda localizada no município de São Pedro/SP.

Na fuzzificação as variáveis de entrada 'movimentação' e 'dias desde o último cio' foram transformadas em conjuntos fuzzy equivalentes. A variável 'movimentação' foi classificada no intervalo definido 'baixa' para desvios (relativos a movimentação média de cada vaca quando não

estão no estro) menores que 40 %; 'média' para desvios entre 80% e 'alta' para desvios maiores que 130%. A variável 'dias desde o último cio' foi classificada nos intervalos 'curto' para períodos menores que 15 dias; 'normal' para períodos próximos a 20 dias; 'longo' para o intervalo de 25 a 35 dias e 'muito longo' para períodos maiores que 40 dias. Os resultados da defuzzificação foram calculados com a aplicação do método do centro de gravidade. Valores iguais ou maiores que 0,5 foram considerados como alertas de cio, conforme proposto por De Mol and Woldt (2001).

## Resultados

Foram coletados os dados de movimentação e de dias desde o último cio para as doze vacas conforme descrito na metodologia. Os dados são referentes ao dia em que elas foram identificadas no cio, inseminadas e posteriormente confirmadas prenhes pelo veterinário da fazenda. A Tabela 1 mostra o sistema de regras utilizado para a confecção da lógica fuzzy. As Tabelas 2 e 3 mostram os dados coletados e os respectivos alertas de cio encontrados.

Tabela 1 - Regras definidas para a interferência fuzzy para a atividade e o período desde o último cio. (Firk, 2003)

Atividade		Período desde último cio		Resposta	
SE	baixa	E	curto	ENTÃO	não está no cio
SE	baixa	E	normal	ENTÃO	não está no cio
SE	baixa	E	longo	ENTÃO	não está no cio
SE	baixa	E	muito longo	ENTÃO	não está no cio
SE	média	E	curto	ENTÃO	não está no cio
SE	média	E	normal	ENTÃO	*está no cio*
SE	média	E	longo	ENTÃO	não está no cio
SE	média	E	muito longo	ENTÃO	*está no cio*
SE	alta	E	curto	ENTÃO	não está no cio
SE	alta	E	normal	ENTÃO	*está no cio*
SE	alta	E	longo	ENTÃO	*está no cio*
SE	alta	E	muito longo	ENTÃO	*está no cio*

Tabela 2. Respostas fuzzy para os dados das vacas 1 a 6 prenhas analisadas.

Nº VACA	Vaca 1	Vaca 2	Vaca 3	Vaca 4	Vaca 5	Vaca 6
Dias desde último cio identificado ou inseminação	22	55	120	24	21	24
Atividade [passos/h] 8 dias antes da inseminação	4,52	2,17	3,19	5,65	3,34	2,64
Atividade [passos/h] no dia da inseminação	19,60	25,10	4,60	12,10	7,10	12,50
Aumento[%] ou desvio	126,14	1158,46	144,16	214,26	212,44	151,71
Resposta fuzzy	NO CIO!	NO CIO!	NO CIO!	NO CIO!	NO CIO!	NO CIO!

Tabela 3. Respostas fuzzy para os dados das vacas 7 a 12 prenhas analisadas. Atividade[passos/hora]

Nº VACA	Vaca 7	Vaca 8	Vaca 9	Vaca 10	Vaca 11	Vaca 12
Dias desde último cio identificado ou inseminação	56	20	53	38	24	22
Atividade [passos/h] 8 dias antes da inseminação	2,37	6,19	6,99	0,67	3,78	3,36
Atividade [passos/h] no dia da inseminação	8,80	15,10	12,00	1,00	8,20	8,70
Aumento[%] ou desvio	371,18	243,82	171,71	148,81	216,74	134,07
Resposta fuzzy	NO CIO!	NO CIO!	NO CIO!	NO CIO!	NO CIO!	NO CIO!

## Discussão

Observa-se nas TABELAS 2 e 3 que os resultados fuzzy encontrados foram todos satisfatórios. O sistema deu alerta de cio para todas as 12 vacas que estavam realmente no cio. A taxa de vacas detectadas no cio, que realmente estavam no cio foi de 100%. A taxa de erro é portanto 0%.

Outros autores que trabalharam no melhoramento na detecção automatizada de cio encontraram valores semelhantes. Maatje et al. (1997) encontrou uma taxa de detecção de 87%, Eradus et al. (1998) de 79% e taxa de erro de 6%. Firk (2003) utilizou 373 vacas em seu modelo de detecção automatizada e encontrou uma sensibilidade de 87,9%. O autor concluiu que ao se introduzir os dados referentes ao último cio melhora-se a taxa de erro de 34,6% para 12,5%.

## Conclusão

O teste apresentou uma taxa de detecção (cios corretamente identificados) de 100%, superando os 80% desejados inicialmente. Apesar de terem sido analisados apenas 12 casos de cios, a metodologia criada mostrou-se eficiente ao informar para o produtor que as 12 vacas analisadas tinham uma alta probabilidade de estarem no cio, comprovando sua utilidade.

Novos dados estão sendo coletados na fazenda para refinamento e validação desta metodologia. Espera-se que com a validação deste sistema fuzzy aqui proposto, seja possível a execução da detecção automatizada de estro em rebanhos leiteiros no Brasil, incrementando a taxa reprodutiva dos rebanhos e por consequência aumentando a produtividade de leite nacional.

## Referências

- DE MOL, R.M. ;WOLDT, W.E. Application of fuzzy logic in automated cow status monitoring. *Journal of Dairy Science, The Netherlands*, v. 84, pp. 400-410, 2001.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Juiz de Fora, 2006. Disponível em:

<<http://www.cnppl.embrapa.br/producao/02producao/tabela02.18.html>>. Acesso em: mar. 2006.

- ERADUS, W.J.; SCHILTEN, H.; UDINK TEN CATE, A.J. Oestrus detection in dairy cattle using a fuzzy inference system. **IFAC Application and Ergonomics in Agriculture**, Athens - Greece, 14-17, p. 185-188, jun. 1998.

- FIRK, R. et al. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, Germany, v. 75, p. 219-232, 2002.

- FRENCH, P.D.; NEBEL R.L. The simulated cost of extended calving intervals in dairy herds and comparison of reproductive management programs. Oregon State University, Virginia, 2003. Disponível em: <[www.oregonstate.edu/dept/animal-sciences/dairy](http://www.oregonstate.edu/dept/animal-sciences/dairy)>. Acesso em: jan 2006.

- MAATJE, K.; LOEFFLER, S.H.; ENGEL, B. Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. **Journal of Dairy Science**, The Netherlands, v. 80, n. 6, p. 1098-1105, 1997.

- RORIE, R.W. Application of electronic estrus detection technologies to reproductive management of cattle. **Theriogenology**, 57, p. 137-148, 2002.