

# Módulo Computacional para Indicação de Tratamento Anti-helmíntico em Caprinos e Ovinos

Otávio Cury da Costa Castro<sup>1</sup>, Laylson da Silva Borges<sup>1</sup>, Andreza Danielly Vieira Pereira<sup>1</sup>, Marcos Joshua Oliveira Parentes<sup>1</sup>, Francisco Albir Lima Júnior<sup>1</sup>, Jose Lindenberg Rocha Sarmiento<sup>1</sup>, Pedro de Alcantara dos Santos Neto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí - UFPI - Brasil

otaviocury.oc@gmail.com, laylson\_borges@hotmail.com

daniellyvpereira@gmail.com, joshua6@hotmail.com

albirjunior@hotmail.com, sarmiento@ufpi.edu.br, pasn@ufpi.edu.br

**Abstract.** *Parasitic diseases are causes of losses in goats and sheep. One of the processes to solve this problem is the analysis of characteristics related to animal health and the subsequent application of anthelmintic drugs. Aiming to automate this process, this work presents a computational module responsible for indicating the need for anthelmintic treatment in goats and sheep. For this, a fuzzy system was developed that has as input measurements of Eggs Per Grass of Feces, FAMACHA and Body Condition Score of the analyzed animals and from these measurements makes an indication of treatment for the animals. The indications performed by the system were compared with indications from professionals in the animal health area for measurements of 30 animals, resulting in a high compatibility rate in the responses.*

**Resumo.** *Doenças parasitárias são causas de prejuízos na caprino e ovinocultura. Um dos processos para resolver esse problema consiste na análise de características relacionadas à sanidade animal e a posterior aplicação de drogas anti-helmínticas. Visando automatizar esse processo, neste trabalho está apresentado um módulo computacional responsável por indicar a necessidade de tratamento anti-helmíntico em caprinos e ovinos. Para isso, foi desenvolvido um sistema fuzzy que tem como entrada mensurações de Ovos Por Grama de Fezes, FAMACHA e Escore de Condição Corporal dos animais analisados e a partir dessas mensurações, realiza uma indicação de tratamento para os animais. As indicações realizadas pelo sistema foram comparadas com indicações de profissionais da área de sanidade animal para mensurações de 30 animais, tendo como resultado uma alta taxa de compatibilidade nas respostas.*

## 1. Introdução

Os problemas advindos das helmintoses gastrointestinais são uns dos entraves enfrentados na criação de caprinos e ovinos [Waller and Thamsborg 2004]. Em sua forma aguda, essas verminoses acabam levando os animais rapidamente à morte. Na sua forma crônica, nota-se um gradual efeito do parasitismo, como: menor desenvolvimento corporal, redução na qualidade da carne, e uma elevada taxa de mortalidade [Dimander et al. 2003].

Buscando resolver esse problema, os produtores utilizam um conjunto de drogas anti-helmínticas. Porém, o uso indiscriminado dessas drogas tem ocasionado um aumento da resistência parasitária [SHEEP and SOME 2002]. Essa resistência resulta em maiores prejuízos devido a mortalidade e um maior investimento financeiro em anti-helmínticos.

Visando automatizar a tomada de decisão quanto ao tratamento desses parasitas, neste trabalho foi desenvolvido um módulo computacional para auxiliar no diagnóstico de caprinos e ovinos quanto a necessidade de tratamento anti-helmíntico baseado nos valores mensurados para Ovos por Gramas de Fezes (OPG), FAMACHA e Escore de Condição Corporal (ECC). Essas características estão ligadas a sanidade do animal e são usadas na maioria das vezes de forma separada, não havendo uma combinação das mesmas para realizar um diagnóstico mais preciso do animal.

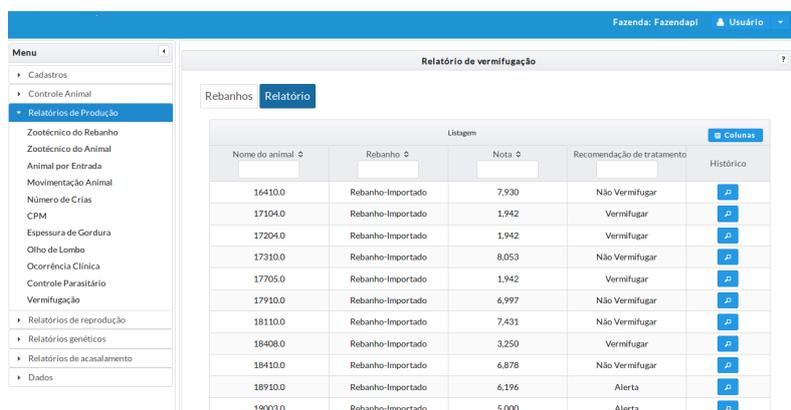
O restante deste artigo está organizado na seguinte estrutura: a Seção 2 apresenta uma fundamentação teórica sobre o sistema de informação Capriovi e sobre a Lógica Fuzzy. A Seção 3 descreve um trabalho relacionado. A Seção 4 apresenta a abordagem proposta utilizada na implementação do módulo desenvolvido. Na Seção 5 são apresentados os experimentos e resultados obtidos. Finalizando, a Seção 6 apresenta as conclusões e direções para trabalhos futuros.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1. Capriovi

O Capriovi é um sistema *web* para gerenciamento de rebanhos de caprinos e ovinos de corte, no qual é possível realizar suas escriturações zootécnicas, ou seja, o cadastramento de informações relevantes referentes a um determinado rebanho.

Neste trabalho foi desenvolvido um módulo para a geração de um relatório de vermifugação no Capriovi. Com base nas informações cadastradas de OPG, FAMACHA e ECC dos animais, o Capriovi gera um relatório com uma indicação de tratamento para cada animal dos rebanhos analisados. Na Figura 1 pode-se observar um relatório de vermifugação gerado com os dados de 100 animais.



Nome do animal	Rebanho	Nota	Recomendação de tratamento	Histórico
16410.0	Rebanho-Importado	7,930	Não Vermifugar	[ícone]
17104.0	Rebanho-Importado	1,942	Vermifugar	[ícone]
17204.0	Rebanho-Importado	1,942	Vermifugar	[ícone]
17310.0	Rebanho-Importado	8,053	Não Vermifugar	[ícone]
17705.0	Rebanho-Importado	1,942	Vermifugar	[ícone]
17910.0	Rebanho-Importado	6,997	Não Vermifugar	[ícone]
18110.0	Rebanho-Importado	7,431	Não Vermifugar	[ícone]
18408.0	Rebanho-Importado	3,250	Vermifugar	[ícone]
18410.0	Rebanho-Importado	6,878	Não Vermifugar	[ícone]
18910.0	Rebanho-Importado	6,196	Alerta	[ícone]
19003.0	Rebanho-Importado	5,000	Alerta	[ícone]

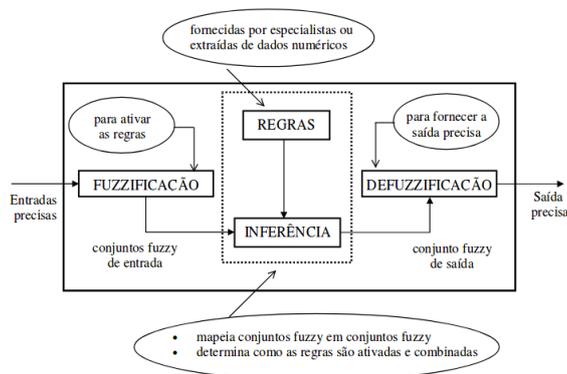
Figura 1. Relatório de vermifugação - Capriovi

### 2.2. Conceitos da lógica fuzzy

A lógica *fuzzy* é uma teoria matemática que tem como objetivo modelar do raciocínio aproximado, inspirada na capacidade humana de tomar decisões. A lógica *fuzzy* utiliza

a ideia de que todas as coisas admitem graus de pertinência, que indicam o quanto um determinado elemento de um universo de discurso pertence a um conjunto [Zadeh 1994].

Um sistema *fuzzy* tem seu funcionamento baseado em três etapas: fuzzificação, procedimento de inferência e defuzzificação. A fuzzificação é um mapeamento das entradas numéricas a conjuntos *fuzzy*, que são representados por termos linguísticos, tais como muito, pouco, médio, etc. A etapa de inferência *fuzzy* é responsável por, a partir dos valores de entrada fuzzificados, inferir o valor de saída fuzzificado correspondente. E por fim, a defuzzificação é usada para associar um valor numérico ao conjunto *fuzzy* de saída, o qual é obtido do procedimento de inferência *fuzzy*. A Figura 2 apresenta um modelo de uma Sistema de Inferência *Fuzzy* [Tanscheit 2004].



**Figura 2. Sistema de inferência *fuzzy***

### 3. Trabalhos relacionados

Com relação a softwares existentes, a EMBRAPA possui o Software para Análise de Risco de Desenvolvimento de Resistência Parasitária a Anti-Helmínticos em Ovinos (SARA), que tem como objetivo identificar fatores de risco no manejo que podem aumentar a resistência parasitária de ovinos aos vermífugos administrados [EMBRAPA 2014]. Após cadastro no software e resolução de um questionário *on-line*, é apresentada uma melhor estratégia a ser adotada na utilização racional de anti-helmínticos. Porém, ele não realiza uma indicação de tratamento baseada nessas ferramentas.

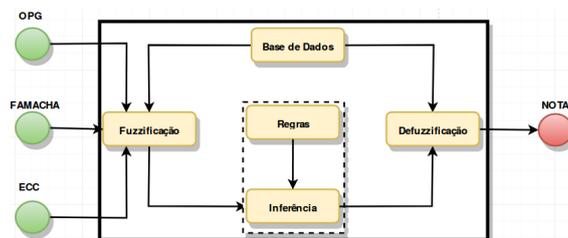
Este trabalho diferencia-se do citado acima em tentar combinar as três características mais utilizadas (FAMACHA, OPG e ECC) para gerar uma indicação de tratamento. Com essa combinação, espera-se obter uma maior precisão nos diagnósticos, tentando levar em conta diferentes efeitos provocados pela parasitose.

### 4. Abordagem proposta

O primeiro passo para a construção do sistema *fuzzy* foi a definição das variáveis linguísticas de entrada e saída, sendo:

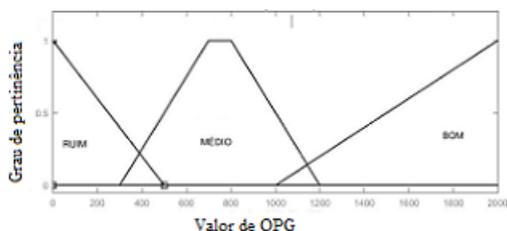
- **Variáveis de entrada:** Ovos por Grama de Fezes (OPG), FAMACHA, Escore de Condição Corporal (ECC)
- **Variável de saída:** Nota

De acordo com os valores mensurados para as variáveis de entrada, o módulo gera uma nota, de 0 a 10, para o animal analisado. Essa nota é uma avaliação do nível de sanidade do animal, sendo que, quanto menor a nota, mais o animal está parasitado e necessita de tratamento e, quanto maior a nota, menor o nível de infecção e menor a necessidade de tratamento. Na Figura 3, observa-se uma representação dessa abordagem.

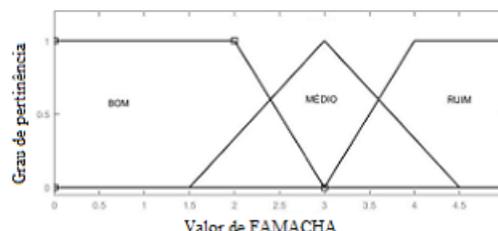


**Figura 3. Representação da abordagem proposta**

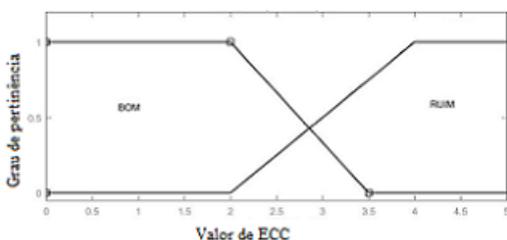
Observa-se nas Figuras 4, 5 e 6 as funções de pertinências definidas para as variáveis de entrada OPG, FAMACHA e ECC respectivamente, e na Figura 7 pode-se observar as funções de pertinência definidas para a variável de saída NOTA. A partir da combinação das variáveis de entrada definiu-se um conjunto de regras *fuzzy*. A Tabela 1 está apresentado o conjunto de regras definidas.



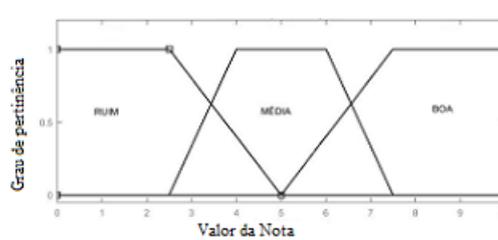
**Figura 4. Funções de pertinência da variável OPG**



**Figura 5. Funções de pertinência da variável FAMACHA**



**Figura 6. Funções de pertinência da variável ECC**



**Figura 7. Funções de pertinência da variável NOTA**

Após o cálculo da nota, o módulo realiza a indicação de tratamento de um animal com base no intervalo em que se encontra sua nota. Após testes realizados, os resultados mais expressivos foram obtidos com a definição dos seguintes intervalos:

- (1) se  $0 \leq Nota \leq 3.4$  então indicação = Vermifugar
- (2) se  $3.4 < Nota \leq 6.6$  então indicação = Alerta
- (3) se  $6.6 < Nota \leq 10$  então indicação = Não Vermifugar

**Tabela 1. Base de regras definidas**

	Famacha/ECC					
OPG	Ruim/Ruim	Ruim/Bom	Médio/Ruim	Médio/Bom	Bom/Ruim	Bom/Bom
Ruim	Ruim	Média	Ruim	Média	Ruim	Média
Médio	Ruim	Média	Ruim	Boa	Média	Boa
Bom	Ruim	Boa	Média	Boa	Boa	Boa

Quando a indicação do animal for o estado de 'Alerta', isso significa que o produtor deve observar sinais clínicos, tais como diarreia, edema submandibular entre outros sintomas. Somente após a análise desses sintomas que o produtor poderá tomar uma decisão quanto a necessidade de tratamento.

## 5. Experimentos e Resultados

Para verificar a validade dos diagnósticos feitos pelo módulo desenvolvido, foram realizadas duas avaliações, cada uma utilizando dados de OPG, FAMACHA e ECC de 15 caprinos dos rebanhos de uma instituição de ensino superior. Dois especialistas em saúde animal participaram das avaliações sendo o primeiro mestre em Ciência Animal, e o segundo mestre em Zootecnia.

Cada especialista analisou os dados de 15 animais. Após a análise dos valores mensurados, o especialista indicava se um determinado animal precisava ficar em observação (estado de alerta), ser vermifugado ou não. Em seguida, comparou-se as indicações realizadas pelos especialistas com as do sistema *fuzzy* desenvolvido, para os mesmos valores mensurados (Tabela 2). As análises dos resultados de cada avaliação em porcentagem de acerto e os níveis de concordância nas respostas utilizando a medida Kappa encontram-se na Tabela 3.

Os índices Kappa mostraram, para 1ª e 2ª avaliação, respectivamente, uma concordância 'Quase Perfeita', e outra 'Considerável', segundo os intervalos definidos por Landis [Fleiss and Cohen 1973]. Esses níveis de concordância, juntamente com a elevada taxa de acerto, mostra que o sistema *fuzzy* desenvolvido conseguiu simular a avaliação e tomada de decisão humana no diagnóstico dos animais analisados. As saídas não compatíveis entre o sistema e os especialistas explicam-se pelo fato de que alguns critérios adotados por estes profissionais diferem um pouco das que o sistema *fuzzy* utiliza.

## 6. Conclusões e trabalhos futuros

Este trabalho apresentou um módulo computacional construído para auxiliar o produtor na análise e tomada de decisão quanto ao tratamento de endoparasitas. Um rebanho bem manejado irá obter índices produtivos e reprodutivos maiores, bem como um menor prejuízo financeiro decorrente do uso excessivo de drogas antiparasitárias.

Foi realizado um experimento com os dados de 30 animais onde dois especialistas na área de saúde animal e o módulo desenvolvido classificaram os animais em relação a suas necessidades de tratamento. As classificações feitas pelo módulo foram cruzadas com as classificações realizadas por dois especialistas em saúde animal, onde foi obtida uma boa taxa de compatibilidade.

Para trabalhos futuros, pretende-se automatizar a seleção dos animais resistentes. Para isso, além de realizar a indicação de tratamento, o software vai analisar o histórico

**Tabela 2. Avaliações realizadas**

1º Especialista					
Número do Animal	OPG	FAMACHA	ECC	Especialista	Módulo
16410.0	200	3	3.5	Não vermifugar	Não Vermifugar
17104.0	1600	5	1.08	Vermifugar	Vermifugar
17204.0	1700	5	1.75	Vermifugar	Vermifugar
17310.0	0	2	4.1	Não Vermifugar	Não Vermifugar
17705.0	1100	5	1.7	Vermifugar	Vermifugar
17910.0	0	3	2.9	Alerta	Alerta
18110.0	100	3	3.3	Não vermifugar	Não Vermifugar
18408.0	1100	4	2.7	Vermifugar	Alerta
18410.0	200	2	2.6	Não vermifugar	Não Vermifugar
18910.0	200	3	2.7	Não vermifugar	Alerta
19003.0	500	3	1.5	Vermifugar	Vermifugar
19707.0	1600	3	1.5	Vermifugar	Vermifugar
19710.0	0	3	3.6	Não vermifugar	Não Vermifugar
19800.0	1500	4	1.875	Vermifugar	Vermifugar
20002.0	400	3	3	Alerta	Alerta
2º Especialista					
12010.0	1600	3	1.5	Vermifugar	Vermifuga
12607.0	0	3	3.25	Não vermifugar	Não Vermifuga
12408.0	600	2	2.2	Vermifugar	Alerta
12707.0	0	2	3.5	Não vermifugar	Não Vermifuga
12510.0	1400	4	2.0	Vermifugar	Vermifuga
12703.0	1200	4	2.0	Vermifugar	Vermifuga
12710.0	1300	5	2.3	Vermifugar	Vermifuga
13204.0	300	3	2.8	Alerta	Alerta
13608.0	500	3	3	Alerta	Alerta
25311.0	100	1	3.3	Não vermifugar	Não Vermifuga
14110.0	1000	4	1.9	Vermifugar	Vermifuga
14210.0	300	3	3.0	Alerta	Alerta
14501.0	100	2	3.5	Não vermifugar	Não Vermifuga
15806.0	500	3	3	Vermifugar	Alerta
16304.0	100	2	3.2	Alerta	Não Vermifuga

**Tabela 3. Resultados das avaliação em porcentagem e utilizando a medida Kappa**

	1ª Avaliação	2ª Avaliação
<b>Porcetagem</b>	86%	80%
<b>Índice Kappa</b>	0.83	0.7

guardado de cada animal e utilizando-se de modelos probabilísticos, irá indicar se um determinado animal é resistente ou suscetível às verminoses.

## Referências

- Dimander, S.-O., Höglund, J., Ugglå, A., Spörndly, E., and Waller, P. J. (2003). Evaluation of gastro-intestinal nematode parasite control strategies for first-season grazing cattle in sweden. *Veterinary parasitology*, 111(2):193–209.
- EMBRAPA (2014). Software para Análise de Risco de Desenvolvimento de Resistência Parasitária a Anti-Helmínticos em Ovinos.
- Fleiss, J. L. and Cohen, J. (1973). The equivalence of weighted kappa and the intra-class correlation coefficient as measures of reliability. *Educational and psychological measurement*, 33(3):613–619.
- SHEEP, G.-I. P. R. I. and SOME, T. (2002). Resistência de parasitos gastrintestinais de ovinos a alguns anti-helmínticos no estado de santa catarina, brasil. *Ciência Rural*, 32(3).
- Tanscheit, R. (2004). Sistemas fuzzy. *Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro*.
- Waller, P. J. and Thamsborg, S. M. (2004). Nematode control in green ruminant production systems. *Trends in parasitology*, 20(10):493–497.
- Zadeh, L. A. (1994). Soft computing and fuzzy logic. *IEEE software*, 11(6):48–56.