

Sistema Baseado em Regras Fuzzy Para Auxílio no Diagnóstico da Doença Cinomose em Cães

Arilson Fernando Gomes Ferreira¹, Rhyan Ximenes de Brito¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)
CE-187, s/n - Estádio, – CEP 62320-000 – Tianguá – CE – Brasil

{a.fernando.ifce, rxbrito}@gmail.com

Abstract. *Distemper is a disease that causes sequels or even death in dogs. Based on this assumption, the construction of an application to assist in the diagnosis of the disease is of paramount importance. Thus the general objective of this study was the development of an application that would aid in the diagnosis of canine distemper. The methodology approached was based on bibliographical research and the use of fuzzy logic, using the Matlab tool to build the system. The results were promising as the simulations were close to reality. Thus it was found that the use of fuzzy logic is potentially valid to aid in the diagnosis of the disease.*

Resumo. *A cinomose é uma doença que causa sequelas ou até mesmo a morte em cães. Partindo deste pressuposto, a construção de uma aplicação para auxiliar no diagnóstico da doença é de suma importância. Assim o objetivo geral deste estudo foi o desenvolvimento de uma aplicação que auxiliaria no diagnóstico da cinomose canina. A metodologia abordada baseou-se em pesquisas bibliográficas e na utilização da lógica fuzzy, fazendo uso da ferramenta Matlab para construção do sistema. Os resultados mostraram-se promissores na medida que as simulações encontravam-se próximas da realidade. Assim verificou-se que a utilização da lógica fuzzy é potencialmente válida para o auxílio do diagnóstico da doença.*

1. Introdução

A cinomose é uma doença infecciosa que deve ser tratada com grande responsabilidade, acometendo o sistema nervoso dos animais, podendo causar a morte ou gerar sequelas irreparáveis que comprometerão a vida do animal [de Moraes et al. 2013].

Por ser altamente contagiosa é mundialmente importante para os cães domésticos. No Brasil, milhares de cães morrem todo o ano, e em outros países a doença é considerada uma ameaça constante, seja pelo risco de causar extinção de espécies silvestres ou pelo valor econômico de animais produtores de pele. A compreensão da cinomose canina é necessária para o aprimoramento de medidas de prevenção e controle da doença. Torna-se difícil o controle por conta da grande variabilidade genética do vírus, que faz com que este alcance um vasto número de novos hospedeiros [Martins et al. 2009].

A motivação para este trabalho deve-se ao fato da carência de aplicações que façam uso da lógica não tradicional, como a lógica de *fuzzy*, como ferramenta no auxílio para o diagnóstico de doenças em cães, de modo que possa avaliar diversas variáveis discretas, gerando valores linguísticos como saída.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: A seção 2 apresenta os trabalhos relacionados, na Seção 3 a lógica *Fuzzy* e na Seção 4 apresenta um referencial teórico sobre a cinomose canina. Em seguida na Seção 5 é apresentada a metodologia desenvolvida no trabalho, em seguida na Seção 6 apresenta-se os resultados da aplicação e por fim as conclusões e trabalhos futuros na Seção 7.

2. Trabalhos Relacionados

Esta seção apresenta uma revisão bibliográfica sobre a utilização da lógica *fuzzy* como instrumento auxiliador na busca por respostas a diferentes abordagens.

[Schiassi et al. 2015] desenvolveram um trabalho com o objetivo de analisar o efeito da idade e temperatura do ar nas respostas produtivas de frangos de corte, conduzindo um experimento com animais criados de 1 a 21 dias de idade em túneis de vento climatizados cujos resultados observados foram utilizados no desenvolvimento e teste de um modelo matemático *Fuzzy* capaz de quantificar esta relação. O modelo desenvolvido teve como variáveis de entrada: temperaturas em graus da primeira e segunda semana de vida, assim como a idade das aves em semanas, tendo como variáveis de saída o consumo de ração em gramas, ganho de peso em gramas e a conversão alimentar.

[Neto 2007] propôs o desenvolvimento de um sistema computacional para o diagnóstico preventivo da patologia de casco em gado de leite confinado, a pododermatite asséptica difusa, também conhecida por laminite e teve como público alvo os veterinários, os proprietários de plantéis, tratadores, consultores, fabricantes de ração, projetistas e construtores de galpões para alojamento do plantel. Assim utilizou a lógica *fuzzy* para o desenvolvimento de um algoritmo motor de inferência baseado em regras para o processo de suporte a decisão. Demonstrando que o sistema especialista gera informações de possíveis diagnósticos, fornecendo recomendações para ações dos criadores por meio de modificações em parâmetros referentes às condições de ambiência, arraçoamento e manejo.

Já [Costa et al. 2010] propuseram um sistema baseado na lógica *fuzzy* que pudesse fornecer o índice corporal de um cavalo da raça Mangalarga Marchador, de maneira que o resultado coincidisse com o método tradicional, incluindo também pontos de sobreposição nas variáveis, onde existem graus de incerteza que podem influenciar na variável resposta. Observou-se que o modelo proposto conseguiu realizar o trabalho de generalização do método tradicional da forma como foi planejado, mostrando que a lógica *fuzzy* é uma ferramenta interessante para trabalhar este tipo de situação.

3. Lógica Fuzzy

A lógica *fuzzy* é uma lógica que suporta os modos de raciocínio que são aproximados ao invés de exatos [Gomide et al. 1995]. De acordo com [de Sousa Rignel et al. 2011], a lógica *fuzzy*, também conhecida como lógica nebulosa, foi introduzida nos meios científicos em 1965 por Lofti Asker Zadeh, através da publicação do artigo *Fuzzy Sets no Jornal Information and Control*.

Fazendo um paralelo com a lógica convencional, a convencional é bem definida para separar conjuntos, como por exemplo, uma afirmativa é verdadeira ou falsa. Isso força a construção de linhas que diferenciem membros dos não membros de uma classe.

Essa divisão, muitas vezes é um processo complicado e que não reflete a realidade do problema a ser modelado [Marro et al. 2010].

Quando um determinado problema apresenta um grande grau de incerteza é necessário que para solução deste se utilize um modelo matemático que contemple essa especificidade e não desconsidere aspectos que possam ser ignorados na aplicação da lógica convencional, ou seja, a lógica booleana [Aguado and Cantanhede 2010].

Já na lógica *fuzzy*, um intervalo de pertinência é apresentado entre 0 e 1, onde 0 significa que um elemento não pertence a um determinado conjunto e 1 significa completa pertinência ao conjunto, e valores entre 0 e 1 representam graus parciais de pertinências. Assim, um elemento pertence a um conjunto com um certo grau de pertinência, fazendo com que uma determinada sentença possa ser parcialmente verdadeira e parcialmente falsa [Marro et al. 2010].

4. Cinomose

A cinomose canina é uma enfermidade viral e altamente contagiosa, é mundialmente importante para os cães domésticos [Martins et al. 2009]. A doença é causada por um vírus da família Paramixoviridae, do gênero Morbilivírus que acomete principalmente os cães jovens. A transmissão da enfermidade ocorre por contato direto, através de aerossóis ou alimentos e objetos contaminados [NASCIMENTO 2009].

O cão doméstico representa o principal hospedeiro, podendo ser transmissor do vírus também a animais selvagens. As manifestações clínicas respiratórias, gastrointestinais e neurológicas são as mais comuns em cães acometidos pela cinomose. O sistema nervoso central é acometido com maior incidência nas regiões perivasculares, subependimárias e subpiais e ao redor do quarto ventrículo [Pereira et al. 2014]. A principal via de infecção é o trato respiratório superior, local em que o vírus se instala e se multiplica, disseminando-se para o sistema linfático seguindo para o restante do organismo [Dias et al. 2012].

O diagnóstico do vírus da cinomose canina é difícil de ser feito e geralmente é realizado pela observação clínica, histórico de vacina do animal e podendo ser utilizados exames confirmatórios, como histopatologia, isolamento viral, imunofluorescência direta/indireta, entre outros [de Moraes et al. 2013].

Quando a infecção é descoberta no início é possível pensar em cura, mas após atingir o sistema nervoso central do animal, dificilmente o mesmo se recupera, e quando isso ocorre, apresenta *déficits* pelo resto da vida. Ainda não se conhece um tratamento específico para o combate do vírus da cinomose, mas alguns tratamentos de apoio são realizados visando a melhoria na qualidade de vida do animal [de Moraes et al. 2013]. Assim a prevenção ainda continua sendo a melhor saída contra a cinomose, com vacinas eficientes e um esquema vacinal adequado que imunize o mais rápido possível o filhote [NASCIMENTO 2009].

5. Metodologia

Com o auxílio do MatLab, foi desenvolvido uma aplicação, baseada em regras da lógica *fuzzy*, com o intuito de ajudar no diagnóstico da cinomose em cães. Nesta ferramenta é possível determinar n entradas e n saída, além da possibilidade de fazer simulações de acordo com as situações programadas.

Para o desenvolvimento do sistema foi abordado alguns sintomas pertinentes a doença. De acordo com [NASCIMENTO 2009], alguns dos sintomas apresentados pelo o animal doente seria a febre, catarro conjuntival, rinite purulenta, tosse, diarréia e pústulas abdominais, podendo assumir também a forma nervosa. Os sintomas citados foram utilizados como entradas no desenvolvimento da aplicação, os mesmos foram classificados em uma escala entre 0 e 1, onde 0 é a menor atribuição e 1 é a maior atribuição. A Figura 1 representa o modelo desenvolvido.

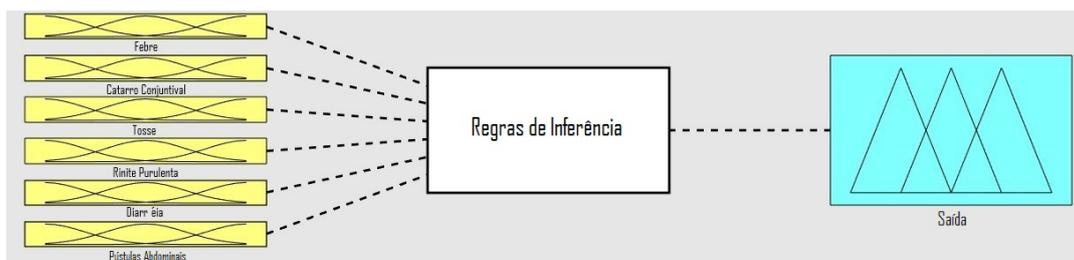


Figura 1. Representação do Sistema Desenvolvido

A saída da aplicação será o resultado das combinações de todas as variáveis de entrada as quais foram citadas anteriormente. A Figura 2 demonstra algumas das mais de 145 regras definidas, onde se fez necessário para a obtenção do diagnóstico da cinomose canina. A partir da saída produzida foi possível identificar a possibilidade do animal estar ou não doente.

```

1. If (Febre is FebreAlta) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Tosse is AltaPresenca) and (Diarréia is AltaPresenca) and (PústulasAbdominais is FrequentementeAlta) then (Saída is Altissimas) (1)
2. If (Febre is FebreBaixa) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Tosse is AltaPresenca) and (Diarréia is AltaPresenca) and (PústulasAbdominais is FrequentementeAlta) then (Saída is Altissimas) (1)
3. If (Febre is FebreAlta) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Tosse is Presenca) and (Diarréia is AltaPresenca) and (PústulasAbdominais is Sem) then (Saída is BoasChances) (1)
4. If (Febre is FebreAlta) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Tosse is AltaPresenca) and (Diarréia is PoucaPresenca) and (PústulasAbdominais is FrequentementeAlta) then (Saída is Altissimas) (1)
5. If (Febre is Febre) and (CatarroConjuntival is PoucoCatarro) and (Tosse is AltaPresenca) and (Diarréia is PoucaPresenca) and (PústulasAbdominais is PoucaFrequencia) then (Saída is BoasChances) (1)
6. If (Febre is FebreAlta) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Diarréia is PoucaPresenca) and (PústulasAbdominais is Sem) then (Saída is BoasChances) (1)
7. If (Febre is FebreAlta) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Tosse is Presenca) and (Diarréia is Sem) and (PústulasAbdominais is FrequentementeAlta) then (Saída is Altissimas) (1)
8. If (Febre is FebreAlta) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Tosse is AltaPresenca) and (Diarréia is Sem) and (PústulasAbdominais is PoucaFrequencia) then (Saída is BoasChances) (1)
9. If (Febre is FebreAlta) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Tosse is AltaPresenca) and (Diarréia is Sem) and (PústulasAbdominais is Sem) then (Saída is BoasChances) (1)
10. If (Febre is FebreAlta) and (CatarroConjuntival is MultoCatarro) and (RinitePurulenta is AltaPresenca) and (Tosse is Presenca) and (Diarréia is AltaPresenca) and (PústulasAbdominais is FrequentementeAlta) then (Saída is Altissimas) (1)
11. If (Febre is SemFebre) and (CatarroConjuntival is SemCatarro) and (RinitePurulenta is SemPresenca) and (Tosse is Sem) and (Diarréia is Sem) and (PústulasAbdominais is Sem) then (Saída is Improvavel) (1)
12. If (Febre is SemFebre) and (CatarroConjuntival is SemCatarro) and (RinitePurulenta is SemPresenca) and (Tosse is Sem) and (Diarréia is Sem) and (PústulasAbdominais is PoucaFrequencia) then (Saída is Improvavel) (1)
13. If (Febre is SemFebre) and (CatarroConjuntival is SemCatarro) and (RinitePurulenta is SemPresenca) and (Tosse is Sem) and (Diarréia is Sem) and (PústulasAbdominais is FrequentementeAlta) then (Saída is Improvavel) (1)
14. If (Febre is SemFebre) and (CatarroConjuntival is SemCatarro) and (RinitePurulenta is SemPresenca) and (Tosse is Sem) and (Diarréia is PoucaPresenca) and (PústulasAbdominais is Sem) then (Saída is Improvavel) (1)
15. If (Febre is SemFebre) and (CatarroConjuntival is SemCatarro) and (RinitePurulenta is SemPresenca) and (Tosse is Sem) and (Diarréia is PoucaPresenca) and (PústulasAbdominais is PoucaFrequencia) then (Saída is Improvavel) (1)
16. If (Febre is SemFebre) and (CatarroConjuntival is SemCatarro) and (RinitePurulenta is SemPresenca) and (Tosse is Sem) and (Diarréia is PoucaPresenca) and (PústulasAbdominais is FrequentementeAlta) then (Saída is Pouca) (1)
17. If (Febre is SemFebre) and (CatarroConjuntival is SemCatarro) and (RinitePurulenta is SemPresenca) and (Tosse is Sem) and (Diarréia is AltaPresenca) and (PústulasAbdominais is Sem) then (Saída is Improvavel) (1)

```

Figura 2. Regras de Inferência

6. Resultados

Para demonstrar a eficácia da aplicação foram analisados diversos casos de testes através de simulações, nesta seção foram abordados 2 dos resultados gerados pelo sistema, com base no diagnóstico do cachorro X e cachorro Y.

Na Figura 3 observa-se o diagnóstico do cachorro X, verificando que os sintomas estudados apresentaram os seguintes resultados: febre 0.683, considerado um estado febril; catarro conjuntival 0.691, estado já de alerta; rinite purulenta 0.683, um estado já para se preocupar; tosse 0.674, algo que era apresentado algumas vezes no animal; diarréia 0.613, onde se encontra na fase moderada; pústulas Abdominais 0.604, nível preocupante. O Diagnóstico obtido com os resultados de todos os sintomas foi 0.676, onde é considerada a possibilidade do animal estar com a doença.

Já a Figura 4 apresenta o diagnóstico do cachorro Y, verificando que os sintomas estudados apresentaram os seguintes resultados: febre 0.85, considerado estado febril; catarro conjuntival 0.804, estado de alerta; rinite purulenta 0.815, um estado já para se

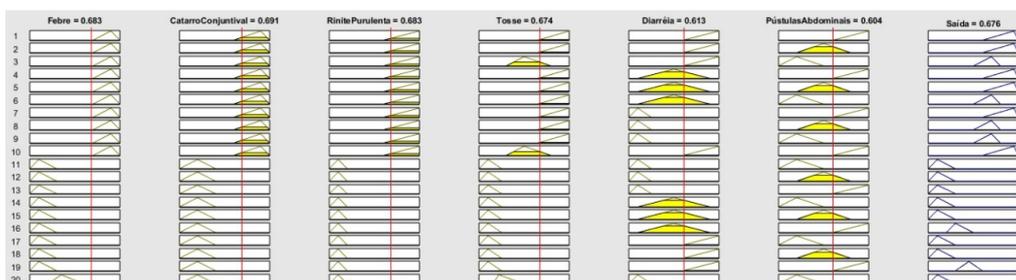


Figura 3. Diagnóstico do Cachorro X

preocupar; tosse 0.75, algo que era apresentado algumas vezes no animal; diarréia 0.821, onde se encontra na fase moderada; pústulas abdominais 0.83, nível já preocupante. O Diagnóstico obtido com os resultados de todos os sintomas foi 0.82, onde é considerada que existe a possibilidade do animal estar com a doença.

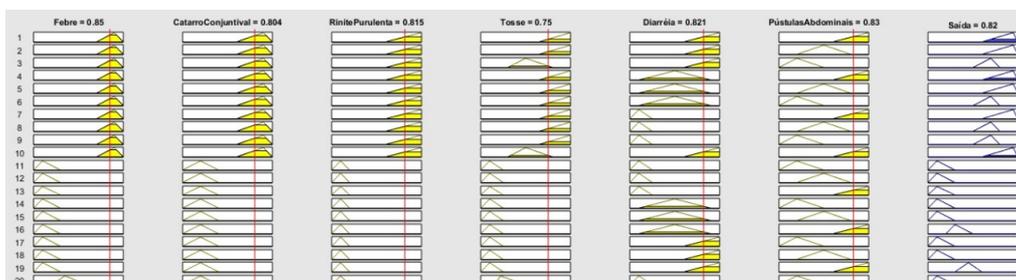


Figura 4. Diagnóstico do Cachorro Y

7. Conclusão e Trabalhos Futuros

A cinomose é uma doença bastante presente em cães causando sequelas graves e diversas vezes a morte do animal. O intuito do estudo foi demonstrar que a lógica *fuzzy* é potencialmente válida para o auxílio no diagnóstico dessa doença.

Assim com a utilização da aplicação, especialistas da área veterinária, poderão ter uma ferramenta para auxiliar a identificar se o animal está ou não com a doença determinada, colaborando de forma precisa, assim podendo encaminhar o animal para um tratamento mais adequado.

Com o estudo pode-se observar que os resultados mostraram-se promissores na medida que as simulações encontravam-se próximas da realidade confirmando que a utilização da lógica *fuzzy* é potencialmente válida para o auxílio do diagnóstico da cinomose canina.

Como trabalhos futuros surgere-se aplicação da lógica *fuzzy* como recurso auxiliar de diagnóstico em outras doenças, como a Erliquiose Canina, uma doença transmitida pelo carrapato. Vale ressaltar que torna-se necessário a determinação de critérios de diagnósticos especializados, comparando métodos já existentes e determinando sua acurácia.

Referências

- Aguado, A. G. and Cantanhede, M. A. (2010). Lógica fuzzy. *Faculdade de Tecnologia – Univerdade Estadual de Campinas (UNICAMP)*.
- Costa, E. T., Santos, R. C., Moreira, F. R., Cabacinha, C. D., and Koetz, M. (2010). Aplicação da lógica fuzzy na análise do Índice corporal de cavalos da raça mangalarga marchador. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.6, n.9, 2010 Pág.1*.
- de Moraes, F. C., de Alvarenga Cruz, C., Meirelles-Bartoli, R. B., and de Sousa, D. B. (2013). Diagnóstico e controle da cinomose canina. *Diagnóstico e controle da cinomose canina. PUBVET, Londrina, V. 7, N. 14, Ed. 237, Art. 1566, Julho, 2013*.
- de Sousa Rignel, D. G., Chenci, G. P., and Lucas, C. A. (2011). Uma introdução a lógica fuzzy. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica*.
- Dias, M., Lima, E., Fukahori, F., Silva, V., and Rêgo, M. (2012). Cinomose canina: revisão de literatura. *Revista do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE, Volume 6, Número 4*.
- Gomide, F. A. C., Gudwin, R. R., and Tanscheit, R. (1995). Conceitos fundamentais da teoria de conjuntos fuzzy, lÓgica fuzzy e aplicaÇÕes. *Universidade Federal do Maranhão (UFMA)*.
- Marro, A. A., de Carvalho Souza, A. M., de Sousa Cavalcante, E. R., Bezerra, G. S., and de Oliveira Nunes, R. (2010). Lógica fuzzy: Conceitos e aplicações. *Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)*.
- Martins, D. B., dos Anjos Lopes, S. T., and França, R. T. (2009). Cinomose canina – revisão de literatura. *Acta Veterinaria Brasilica, v.3, n.2, p.68-76, 2009*.
- NASCIMENTO, D. D. N. D. S. (2009). Cinomose canina – revisão de literatura.
- Neto, M. M. (2007). Desenvolvimento de um sistema para diagnóstico preventivo de laminite em bovinos de leite utilizando a lógica fuzzy. *UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA*.
- Pereira, M. A., Lobo, L. M., Olio, R. L., dos Santos, A. C., and Viana, D. C. (2014). Aspectos gerais da cinomose. *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 427*.
- Schiassi, L., Júnior, T. Y., Reis, G. M., Abreu, L. H. P., Campos, A. T., and de O. Castro, J. (2015). Modelagem fuzzy aplicada na avaliação do desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.2, p.140–146, 2015*.