

# MODELAGEM FUZZY POSSIBILÍSTICA DE CONHECIMENTO MÉDICO

Barreto, M. M.G.<sup>1</sup>, Balbinot, A.<sup>2</sup>

1. Universidade Federal do ABC, Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, [mara.barreto@ufabc.edu.br](mailto:mara.barreto@ufabc.edu.br), Avenida dos Estados 5001, 09.210- 971, Santo André, SP, Brasil

2. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Elétrica, [alexandre.balbinot@ufrgs.br](mailto:alexandre.balbinot@ufrgs.br), Avenida Osvaldo Aranha, 103, 90.035-190, Porto Alegre, RS, Brasil

*Resumo: Introdução: um aspecto fundamental a ser considerado no desenvolvimento de sistemas de apoio ao diagnóstico médico é a modelagem lógica do conhecimento. Objetivo: o objetivo desse trabalho é verificar se a lógica fuzzy constitui uma ferramenta eficaz para representar um modelo de conhecimento médico especializado em epilepsia. Material e Métodos: foram feitas entrevistas gravadas com um especialista em Neurofisiologia e o conhecimento foi transcrito em regras lógicas e validado pelo especialista. Resultados e Discussão: a lógica fuzzy não foi suficiente para captar nuances do conhecimento do especialista; acrescentou-se a lógica paraconsistente e verificou-se que interpretações intuitivas importantes se perdiam. Acrescentou-se à lógica fuzzy operadores lógicos de possibilidade e a modelagem apresentou os resultados esperados.*

*Palavras chaves: Sistemas Baseados em Conhecimento, Diagnóstico Médico, Engenharia Clínica. Key words: Knowledge Based Systems, Medical Diagnosis, Clinical Engineering.*

## Introdução

Sistemas baseados em conhecimento constituem ferramentas eficazes na difusão de informações em saúde e no auxílio à tomada de decisão em diagnóstico médico<sup>1</sup>. De um modo geral, sistemas desse tipo possuem uma interface de entrada, uma base de conhecimento, um mecanismo de inferência e uma interface de saída. A base de conhecimento armazena conhecimento especializado e o mecanismo de inferência determina como o sistema vai processar suas saídas. Na representação do conhecimento é fundamental que as regras reflitam de fato o pensamento do especialista e sua forma de fazer inferências. Esse aspecto é fundamental para a garantia da qualidade da informação processada.

## Objetivos

O objetivo desse trabalho é verificar se a lógica *fuzzy* constitui uma ferramenta eficaz para representar um modelo de conhecimento médico especializado em epilepsia, em sua complexidade.

## Materiais e Métodos

Foi consultado um especialista em Neurofisiologia sobre o pré-diagnóstico, características e tratamento de epilepsia. O processo de aquisição e validação de conhecimento foi feito através de entrevistas semanais gravadas durante 10 (dez) meses. A metodologia usada nas entrevistas foi o uso de questionários qualitativos que permitissem ao especialista construir naturalmente um modelo de raciocínio de acordo com sua especialidade e dentro do escopo tratado. Foi utilizada, inicialmente, no processo de modelagem, a lógica *fuzzy*, que se caracteriza por ser a lógica do raciocínio aproximado, onde estão presentes incertezas e lacunas, comuns muitas

vezes no raciocínio médico. Na teoria de conjuntos *fuzzy* um conjunto *fuzzy* pode ser definido em um universo de discurso  $X$  e caracterizado por uma função de pertinência  $A: X \rightarrow [0,1]$  onde  $A(x)$  representa o grau de pertinência de  $x$  com relação a  $A$ .<sup>2</sup> Em seguida, foi utilizada, em conjunto com a lógica *fuzzy*, a lógica paraconsistente,<sup>3</sup> que é uma lógica não-clássica que se caracteriza por não aceitar o princípio da não-contradição, matematicamente expresso por  $\neg(A \ \& \ \neg A)$ . A lógica paraconsistente constitui uma metodologia formal que pode ser utilizada na investigação e na modelagem de teorias inconsistentes, que possuem contradições ou fórmulas da forma  $A \ \& \ \neg A$ .<sup>4</sup> Finalmente foram acrescentados à lógica *fuzzy* operadores de possibilidade. A lógica possibilística pode ser definida como a forma lógica da teoria da possibilidade de Zadeh, com a qual é totalmente consistente. O axioma básico da teoria da possibilidade é  $\forall p, \forall q, \Pi(p \vee q) = \max(\Pi(p), \Pi(q))$ , que é o mesmo que  $\forall p, \forall q, N(p \ \& \ q) = \min(N(p), N(q))$ , onde  $\Pi$  significa possibilidade e  $N$  significa necessidade.<sup>5</sup>

### Resultados e Discussão

O conhecimento foi transcrito em 125 (cento e vinte e cinco) regras lógicas, que foram classificadas com relação ao seu uso em pré-diagnóstico e classificação de epilepsias, tratamento (medicamentos e cirurgia), melhoria de aspectos da qualidade de vida (sono e vigília, prática de esportes e trabalho), procedimentos de emergência em caso de crises epiléticas e gravidez. Alguns exemplos de regras lógicas com e sem ambigüidades são mostrados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Exemplos de Modelagem para Regras Lógicas.

Lógica Fuzzy	Lógica Fuzzy e Lógica Paraconsistente	Lógica Fuzzy e Lógica Possibilística
<p>1. Se as crises epiléticas são <i>pouco intensas</i> em termos motores então elas são crises epiléticas parciais simples.</p> <p>2. Se as crises epiléticas são <i>mais intensas</i> em termos motores então elas são crises epiléticas parciais complexas.</p>	<p>3. Se existem crises epiléticas ou epilepsia originadas em estruturas <i>profundas</i> do cérebro então <i>o EEG detecta e não detecta</i> a existência de crises epiléticas ou a presença de epilepsia.</p>	<p>4. Se existem crises epiléticas ou epilepsia originadas em estruturas <i>profundas</i> do cérebro então <i>é possível que o EEG detecte ou é possível que o EEG não detecte</i> a existência de crises epiléticas ou a presença de epilepsia.</p>

A lógica *fuzzy* se mostrou adequada para modelar conceitos imprecisos ou que se ajustam mais a uma interpretação qualitativa como, por exemplo, a classificação das crises epiléticas que requerem uma interpretação conceitual gradual de sua intensidade, como mostram as regras 1 e 2 na Tabela 1 acima. Na regra 3, a lógica *fuzzy* foi usada na modelagem da caracterização das estruturas do cérebro e a lógica paraconsistente para modelar uma ambigüidade com relação à detecção da existência de crises epiléticas pelo EEG. No entanto, intuitivamente não é aceitável a afirmação de que ‘Se existem crises epiléticas ou epilepsia originadas em estruturas profundas do cérebro então *o EEG detecta e não detecta* a existência de crises epiléticas ou a presença de epilepsia’. E, de fato não é essa a afirmação que o especialista deseja fazer ao considerar que a epilepsia, nesses casos, pode ou não ser detectada pelo EEG. A regra 4 mantém a modelagem *fuzzy* para a caracterização das estruturas do cérebro da regra 3 e

apresenta uma modelagem intuitivamente compreensível para a dúvida, que gera uma ambigüidade, presente no modelo de raciocínio do especialista. Dessa forma, a lógica possibilística e a lógica *fuzzy* se mostraram, juntas, eficazes para a representação do modelo.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao especialista consultado Prof. Dr. Luiz Eugênio de Araújo Moraes Mello, Professor Titular do Departamento da Fisiologia da Universidade de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo Apoio Financeiro e ao Centro de Pesquisa, Inovação e Difusão do Sono.

### Referências Bibliográficas

1. Begg, R, Lai, DTH, Palaniswani, M. Computational intelligence in biomedical engineering, CRC Press, 2008.
2. Zadeh, L. The role of fuzzy logic in the management of uncertainty in expert systems, North-Holland, 1983, 11: 199-227.
3. Da Costa, NCA. On the theory of inconsistent formal systems. Notre Dame Journal of Formal Logic, 1974, 15: 497-510.
4. Da Costa, NCA, Subrahmanian, VS. Paraconsistent logic as a formalism for reasoning about inconsistent knowledge bases. Artificial Intelligence in Medicine, 1989, 1: 167-174.
5. Dubois, D, Prade, H. Fuzzy sets in approximate reasoning. Part I: Inference with possibility distributions. Fuzzy Sets and Systems 40, North-Holland, 1991, 143-202.