

Um Modelo Fuzzy para Representação da Atividade Sináptica na Fase Pré-Ictal da Epilepsia

Patrícia F. Lima¹

Graduanda em Bacharelado em Matemática, Centro Universitário Internacional (UNINTER), Porto Alegre, RS

E-mail: patiflima73@gmail.com

Guilherme A. Pianezzer

Prof Dr em Matemática, Centro Universitário Internacional (UNINTER), Curitiba, PR

E-mail: guilherme.pi@uninter.com

RESUMO

A epilepsia é uma desordem neurológica que afeta aproximadamente 50 milhões de pessoas no mundo — sendo cerca de 3 milhões apenas no Brasil — segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). Essa condição reduz significativamente a qualidade de vida dos pacientes e pode, em casos graves, levar à morte. Ela se caracteriza pela ocorrência de crises convulsivas ou crises de ausência, ambas associadas a alterações transitórias do estado de consciência [5]. Cerca de 30 % das manifestações epiléticas são refratárias, isto é, persistem mesmo com tratamento, em grande parte porque ainda não há compreensão completa dos mecanismos responsáveis pela geração das crises [7]. O objetivo deste trabalho é apresentar um diagrama fundamentado na lógica Fuzzy como forma de representar, de maneira gráfica e mais precisa, o processo de formação de sinapses em neurônios biológicos. A relevância dessa abordagem reside na busca por tratamentos mais eficazes e personalizados para pessoas com epilepsia — algo viável apenas mediante uma compreensão mais profunda dos mecanismos neurobiológicos que levam ao desencadeamento das crises. Para isso, realizou-se uma revisão bibliográfica em artigos científicos, livros especializados e periódicos reconhecidos, com buscas realizadas em bases como SciELO, ResearchGate, PubMed e Scopus.

Uma crise epilética ocorre quando os neurônios de uma região específica do cérebro disparam seus potenciais de ação (PAs) de forma simultânea — fenômeno denominado hipersincronicidade — levando a convulsões ou crises de ausência, dependendo da área cerebral envolvida [4]. A ocorrência de um PA depende da adequada movimentação dos íons cálcio, potássio, sódio e cloro, cujas concentrações devem atingir valores específicos para gerar um potencial pós-sináptico. Se o potencial resultante ultrapassar o limiar de excitabilidade da membrana, o PA é disparado; caso contrário, não ocorre. Os dendritos (Figura 1) recebem sinais químicos e elétricos provenientes de neurônios pré-sinápticos.

Os triângulos vermelhos representam valores entre 0 e 1 — exemplificados aqui de maneira fictícia — que indicam a intensidade dos sinais recebidos. Já os triângulos azuis representam valores associados à proximidade do dendrito em relação ao corpo celular, fator que influencia diretamente o peso do sinal recebido, uma vez que dendritos mais próximos transmitem informações mais rapidamente. Quando dois sinais chegam em rápida sucessão, podem somar-se e desencadear o disparo do PA. Essa combinação de fatores — intensidade, tipo do sinal, proximidade dendrítica e ordem de chegada — é altamente variável e imprevisível entre neurônios, o que torna a lógica Fuzzy particularmente útil. Essa lógica permite trabalhar com informações imprecisas, não lineares e até contraditórias, como a coexistência de sinais excitadores e inibitórios [6]. O diagrama apresentado permite a posterior formulação de equações fuzzy capazes de modelar o comportamento sináptico de pacientes específicos, possibilitando mapas personalizados

¹bolsista de Iniciação Científica UNINTER

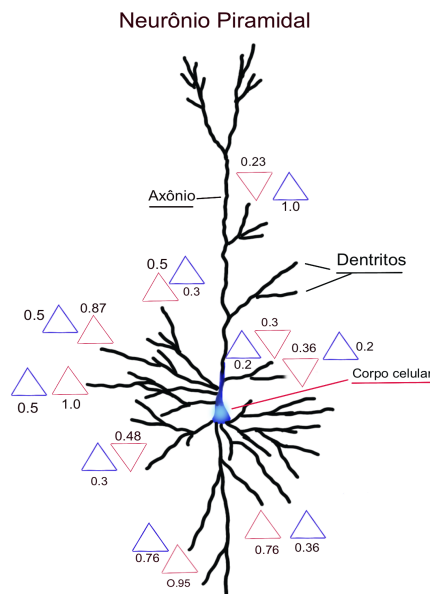


Figura 1: Diagrama Fuzzy. Fonte: Os autores(2025)

baseados em dados reais. Outros estímulos clínicos — como intensidade luminosa, sonora ou outros gatilhos conhecidos para crises epiléticas — também podem ser incorporados ao modelo como variáveis de entrada. Trata-se de uma proposta promissora, mas que ainda exige estudos complementares para validação e avaliação de sua aplicabilidade clínica.

Palavras-chave: *Rede Neural Biológica, Lógica Fuzzy, Epilepsia*

Referências

- [1] Epilepsy Foundation 2025 Disponível em <https://www.epilepsy.com/> Último acesso em 14/11/2025.
- [2] N.J.Gallucci,R.L. Marchetti, Aspectos epidemiológicos e relevância dos transtornos mentais associados à epilepsia. *Rev Bras Psiquiatr.* 27:323-8 (2005).
- [3] L.T.Gomes, L.C. Barros, B.Bede, “Fuzzy Differential Equations in Various Approaches”, Springer Briefs in Mathematics, SBMAC, 2015
- [4] H.S.Lee, S.J.Lim, ”Extracting input features and fuzzy rules for classifying epilepsy based on NEWFM”. Associação Coreana de Informática da Internet (Volume 10, Edição 5) p.127-131. (2009).
- [5] J.M.L. Lima, Epilepsia-a abordagem clínica. *Rev Bras Psiquiatr.*, 21:291-8 (2005).
- [6] A.F. Rabbi, F.R. Reza, A fuzzy logic system for seizure onset detection in intracranial EEG. *Hindawi Publishing Corporation Computational Intelligence and Neuroscience*(2012).
- [7] C.Timo-Iaria, “Circuitos Neurais, Matemática Aplicada à Fisiologia”, vol.7, SBMAC, 2003.