

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Usos de Redes Complexas no Diagnóstico de Epilepsia

Mário L. Vicchietti ¹

Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

Gustavo H. Tomanik ²

Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

Andriana S. L. O. Campanharo ³

Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

1 Introdução

A epilepsia é uma doença cerebral crônica que afeta 1% da população mundial e é caracterizada por crises epiléticas. As crises epiléticas são episódios de inconsciência e contrações musculares involuntárias que se dão em decorrência de descargas elétricas desordenadas nas células neuronais [5]. O eletroencefalograma (EEG) é um exame capaz de detectar as atividades neurofisiológicas do cérebro e, portanto, desempenha um papel fundamental no diagnóstico da epilepsia [5]. No entanto, o EEG possui limitações, pois os sinais são frequentemente contaminados por ruídos e interferências, o que causa falsas impressões em análises subjetivas. Neste sentido, métodos matemáticos são aplicados a fim de analisar objetivamente esses exames, evitando assim, os falsos diagnósticos [5].

A pesquisa em redes complexas ganhou importância nos últimos anos, uma vez que é possível estudar a dinâmica de diversos sistemas físicos, biológicos e sociais utilizando modelos de redes. Uma rede complexa é representada por um conjunto de vértices ligados entre si através de arestas, as quais representam algum tipo de interação entre os mesmos [4]. Seja $g = (N, L)$ uma rede complexa formada por um conjunto de N vértices, tal que $N = \{n_1, n_2, \dots, n_N\}$ e um conjunto de M arestas, $L = \{l_1, l_2, \dots, l_M\}$. A representação computacional de uma rede complexa é feita através de uma matriz de adjacência A de dimensão $N \times N$, onde o elemento $a_{i,j}$ possui o valor 1 se existe conexão entre os vértices n_i e n_j , ou 0 caso contrário. Se a aresta possuir peso, atribui-se o valor correspondente ao peso no elemento da matriz [4].

Campanharo et al. [3] propuseram, recentemente, uma ferramenta de análise de séries temporais baseada em conceitos provenientes da teoria de redes complexas, comprovando a ideia de que as propriedades da série influenciam diretamente na topologia das redes geradas. Dada uma série temporal X com T pontos, seus Q quantis são identificados. O

¹mario.lucas@unesp.br²gustavo.tomanik@unesp.br³andriana.campanharo@unesp.br

número de quantis é definido por $Q \approx 2 * T^{1/3}$ e então, cada quantil é associado a um vértice $n_i \in N$ na rede correspondente [2]. Dois vértices n_i e n_j estarão conectados na rede com uma aresta n_i, n_j, w_{ij} , onde o peso w_{ij} de cada aresta é dado pelo número de vezes que um dado ponto x_t no quantil q_i é seguido por um ponto x_{t+k} no quantil q_j , sendo k a distância temporal entre dois pontos na série, com $t = 1, 2, \dots, T$ e $k = 1, 2, \dots, 100$ [2]. Assim, o objetivo deste trabalho consiste na diferenciação de pacientes saudáveis e epiléticos sob a teoria de redes complexas.

2 Base de Dados

Os sinais de EEG analisados neste trabalho foram disponibilizados gratuitamente pela Universidade de Bonn [1]. Os sinais, com amplitudes dadas em microvolts (μV), possuem 4096 pontos, com taxa de amostragem de 173.61 Hz. O banco de dados é constituído de 5 grupos, cada um contendo 100 sinais de EEG de pacientes em diferentes condições de saúde, sendo: A e B, sinais de pacientes sadios com os olhos abertos e fechados, respectivamente, C e D, sinais de pacientes doentes no intervalo livre de convulsão e E, sinais de pacientes durante o momento de convulsão.

3 Conclusões

Simulações computacionais mostraram que as redes geradas a partir dos sinais de EEG de diferentes grupos possuem topologias distintas. Os cálculos estatísticos utilizados foram a estatística t e a área abaixo da curva ROC, a qual avalia o desempenho de um sistema diferenciador de dados, sendo 0 nenhuma diferenciação e 1, diferenciação máxima entre dois grupos quaisquer. Os resultados obtidos através da curva ROC atingiram um valor médio de 0.89, indicando a distinção entre pacientes saudáveis e doentes a partir da teoria de redes complexas.

Referências

- [1] University of bonn epilepsy program: http://epileptologie-bonn.de/cms/front_content.php?idcat=193&lang=3&changeLang=3. Acessado em 10/01/2019.
- [2] A. S. Campanharo, E. Doescher, and F. M. Ramos. Application of quantile graphs to the automated analysis of eeg signals. *Neural Processing Letters*, pages 1–16, 2018.
- [3] A. S. Campanharo, M. I. Sirer, R. D. Malmgren, F. M. Ramos, and L. A. N. Amaral. Duality between time series and networks. *PloS one*, 6(8):e23378, 2011.
- [4] M. Newman. *Networks: an introduction*. Oxford university press, 2010.
- [5] S. Smith. Eeg in the diagnosis, classification, and management of patients with epilepsy. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 76(suppl 2):ii2–ii7, 2005.