

**Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**

---

## Previsão de Convulsões com o Uso de Redes Complexas

Gustavo H. Tomanik<sup>1</sup>

Programa de Pós-Graduação em Biometria, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP

Andriana S. L. O. Campanharo<sup>2</sup>

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

A epilepsia é definida como uma desordem cerebral caracterizada por uma pré-disposição à geração de convulsões. Tais convulsões são fracamente controladas em mais de 30% dos pacientes epiléticos, sendo necessárias intervenções médicas. Desta forma, existe a necessidade de tratamentos inovadores para o tratamento desta desordem. As atividades neuronais extra e intracraniana de indivíduos sadios e doentes podem ser obtidas por meio da técnica de EletroEncefalografia (EEG). Essa técnica consiste no registro gráfico das correntes elétricas desenvolvidas no encéfalo, obtido através de eletrodos aplicados no couro cabeludo, na superfície encefálica, ou até mesmo dentro da substância encefálica [6].

Estudos recentes mostram que é possível a análise de séries temporais a partir de conceitos provenientes da teoria de redes complexas. Uma rede complexa é descrita por um conjunto de vértices (nós) e arestas (conexões) e algum tipo de interação entre os mesmos. O estudo de redes complexas utiliza conceitos da *Teoria de Grafos*, da Mecânica Estatística, da Física Não-Linear e de Sistemas Complexos [7].

Neste sentido, este trabalho tem como objetivo aplicar a teoria de redes complexas em sinais de EEG de pacientes epiléticos para a previsão de convulsões.

Dada uma série temporal  $X$ , seus  $Q$  quantis são identificados, e então, cada quantil  $q_i$  é associado a um vértice  $n_i \in \mathcal{N}$  na rede correspondente. Dois vértices  $n_i$  e  $n_j$  estarão conectados na rede com um arco  $(n_i, n_j, w_{ij}^k) \in \mathcal{L}$ , onde o peso  $w_{ij}^k$  de cada arco 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  $q_j$ , com  $t = 1, 2, \dots, T$  e  $k = 1, \dots, k_{max} < T$  [1–3].

Neste trabalho, será usado um banco de dados que consiste de sinais de EEG de pacientes pediátricos (menores de 18 anos) com epilepsia, coletados no Hospital Infantil de Boston [4]. Os arquivos de EEG de cada um dos 5 pacientes em estudo possuem uma hora de duração cada e foram obtidos pelo sistema 10-20 de posição e nomenclatura de eletrodo [5]. Os arquivos contendo ou não convulsões possuem especificações, tais como, o início e término de uma ou mais convulsões.

De modo geral, deseja-se mostrar que o mapeamento em estudo é capaz de distinguir os diferentes padrões (estágios) de uma convulsão, tais como, o pré-ictal (alteração nos dados de EEG antes de uma convulsão) e ictal (alteração nos dados de EEG durante uma

---

<sup>1</sup>gutomanik@gmail.com

<sup>2</sup>andriana@ibb.unesp.br

convulsão). Além disso, deseja-se mostrar a eficiência desse mapeamento na previsão de convulsões.

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo: 15/22293-5 e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Referências

- [1] A. S. L. O. Campanharo, E. Doescher and F. M. Ramos. *Automated EEG Signals Analysis Using Quantile Graphs*. International Work-Conference on Artificial Neural Networks. Springer, Cham, 2017.
- [2] A. S. L. O. Campanharo, M. I. Sirer, R. D. Malmgren, F. M. Ramos and L. A. N. Amaral. *Duality between times series and networks*. PloS ONE, 6, 2011.
- [3] A. S. L. O. Campanharo and F. M. Ramos. *Hurst exponent estimation of self-affine time series using quantile graphs*. Physica A, 444, 2016.
- [4] *CHB-MIT Scalp EEG Database*: <https://www.physionet.org/pn6/chbmit/>
- [5] International 10-20 system of EEG. [http : //www.bem.fi/book/13/13.htm#03](http://www.bem.fi/book/13/13.htm#03)
- [6] K. Lehnertz, G. Ansmann, S. Bialonski, H. Dickten, C. Geier and S. Porz. *Evolving networks in the human epileptic brain*. Physica D: Nonlinear Phenomena, 267, 2014.
- [7] M. E. J. Newman. *Networks: An Introduction*. Oxford University Press, 2010.