

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

---

## Uso de Redes Complexas para a Distinção entre Envelhecimento e Alzheimer

Aruane Mello Pineda<sup>1</sup>

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

Andriana Susana Lopes de Oliveira Campanharo<sup>2</sup>

Departamento de Bioestatística, UNESP, Botucatu, SP

A doença de Alzheimer (DA) é caracterizada por um declínio progressivo de certas funções intelectuais. As suas principais consequências são: perda de memória, desorientação no tempo e no espaço, dificuldade no aprendizado, distúrbios da linguagem, da comunicação e da capacidade de realizar as tarefas cotidianas [4]. Nos estágios mais avançados da DA, o paciente perde toda sua autonomia [8]. De acordo com o IBGE, o número de idosos no Brasil cresce todos os anos. Porém, na mesma proporção em que a população idosa aumenta, ocorre um crescimento significativo da incidência da DA.

No mundo é estimado que 35,6 milhões de pessoas sofrem com a DA. No Brasil, o número de pessoas com a DA já atinge cerca de 1,2 milhões. Segundo a Associação Brasileira de Alzheimer e a Organização Mundial da Saúde (OMS) está previsto que até 2050 o número de casos aumente em até 500% em toda a América Latina [6].

O diagnóstico correto da DA só pode ser feito por exame do tecido cerebral obtido por biopsia ou necropsia [5]. Como só após a morte do paciente se pode ter a certeza que este tinha a DA, seu provável diagnóstico é feito excluindo outras causas de demência pelo seu histórico clínico. Em paralelo, estudos têm sido desenvolvidos para a detecção e diagnóstico da DA com base em dados de Eletroencefalograma (EEG). Nesse sentido, diversos métodos de análise de dados de EEG têm sido propostos na literatura [7].

O mapeamento de uma série temporal em uma rede complexa, proposto por Campanharo *et al.* [3], permite analisar a dinâmica de dados de EEG por meio de um conjunto extenso de propriedades topológicas da rede complexa associada. Redes complexas são descritas por conjuntos de nós (vértices), arestas (conexões, ligações ou links) e algum tipo de interação entre eles. Dados  $T$  pontos de uma série temporal de EEG, sua rede correspondente é obtida primeiramente pela identificação de seus  $Q$  quantis, 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  $(n_i, n_j, w_{ij}) \in \mathcal{L}$ , onde o peso  $w_{ij}$  de cada arco é dado pelo número de vezes que um dado ponto  $x_t$  no quantil  $q_i$  é seguido por um ponto  $x_{t+1}$  no quantil  $q_j$ .

---

<sup>1</sup>aruanepineda@hotmail.com

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

O mapeamento em questão foi aplicado em um conjunto de séries temporais sintéticas com características periódicas, pseudo-periódicas, aleatórias e fractais [2, 3]. Observou-se que séries temporais com dinâmicas distintas foram mapeadas em redes complexas com topologias também distintas. Além disso, tal mapeamento foi utilizado na distinção de pacientes sadios e epiléticos através de dados de EEG. Análises realizadas mostraram que o mapeamento em estudo foi capaz não só de diferenciar pacientes sadios de pacientes doentes, mas também de distinguir os estágios de uma convulsão [1]. Tais resultados mostram a eficácia do mapeamento utilizado na distinção de estruturas em dados sintéticos e fisiológicos.

Neste trabalho, tal mapeamento será utilizado na classificação de dados de EEG de 5 idosos sadios e 5 idosos com a DA, fornecidos pela Universidade do Estado da Flórida. Esses dados foram obtidos a uma taxa de 128Hz com duração de 8 minutos e em dois estados de repouso: olhos abertos e olhos fechados. Espera-se que o mapeamento em estudo seja capaz de produzir redes complexas com diferentes topologias para indivíduos em diferentes condições patológicas.

## Referências

- [1] A. S. L. O. Campanharo, E. Doescher and F. M. Ramos, Automated EEG signals analysis using quantile graphs, *Lecture Notes in Computer Science*, 10306, 2017.
- [2] A. S. L. O. Campanharo and F. M. Ramos, Hurst exponent estimation of self-affine time series using quantile graphs, *Physica A*, 444, 2016.
- [3] A. S. L. O. Campanharo, M. I. Sirer, R. D. Malmgren, F. M. Ramos, and L. A. N. Amaral, Duality between time series and networks, *Plos One*, 6, 2011.
- [4] M. Dourado, E. Engelhardt, J. Laks and A. Leibing, Consciência da doença na demência, *Review Psiquiatria Clínica*, 33, 2006.
- [5] B. Gay, K. Taylor, U. Hohl, M. Tolnay, and H. Staehelin, The validity of clinical diagnoses of dementia in a group of consecutively autopsied memory clinic patients, *Journal Nutrition Health Aging*, 12, 2008.
- [6] B. A. O. Gutierrez, H. S. Silva, C. Guimarães, and A. C. Campino, Economic impact of Alzheimer's disease in Brazil: is it possible to improve care and minimize costs, *Ciência e Saúde Coletiva*, 19, 2014.
- [7] A. Mehran, A. Hojjat and A. Anahita, New diagnostic EEG markers of the Alzheimer's disease using visibility graph, *Journal Neural Transmission*, 2010. DOI 10.1007/s00702-010-0450-3.
- [8] P. M. Rodrigues, Diagnóstico Da Doença de Alzheimer com Base no Eletroencefalograma, Dissertação de Mestrado em Tecnologia Biomédica, Instituto Politécnico de Bragança, (2011).