Análise do Sono Através de Wavelets

Cristina Zaniol

Orientador: Prof. Dra. Carolina Cardoso Manica

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Departamento de Matemática Pura e Aplicada

criszaniol@gmail.com

XXV Salão de Iniciação Científica
Porto Alegre, 2013.

Introdução

O sono é um processo natural em que há decréscimo de consciência, atividades sensoriais e musculares; em contrapartida, acresce atividades responsáveis pela manutenção das sinapses necessárias à sobrevivência. Problemas no sono podem ser um indicativo de enfermidades, tais como depressão, apneia, e até Parkinson. Uma das maneiras de captar a atividade cerebral durante o sono é através do Eletroencefalograma (*EEG*).

A captação do sinal dura de 6 a 8 horas e, do resultado do EEG, é realizada análise visual qualitativa para identificação de padrões, como o CAP (*Cyclic Alternating Pattern*).

O objetivo deste trabalho é utilizar ferramentas matemáticas para realizar filtragem dos sinais do EEG, através de *Wavelets*.

Wavelets

Wavelet é um refinamento da transformada de Fourier, extendendo a capacidade de tratamento de problemas não lineares, onde percebe-se aperiodicidade, ruído, e descontínuidades. As vantagens residem na filtragem do sinal original, acentuando características desejadas, da mesma forma que reduz outras indesejadas. O objetivo é representar determinado sinal, através de dilatações e de translações (Figura 1), com uma quantidade menor de dados, enquanto mantém informação de tempo e frequência.

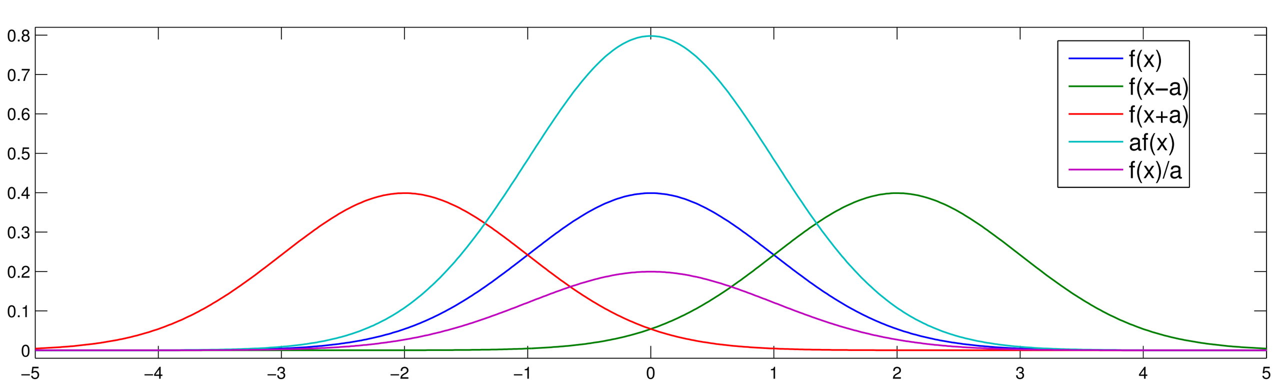

Figura 1: Função, translações e dilatações.

Existem diversas *wavelets*, como Haar, Morlet, Meyer, Daubechies, entre outros, que podem ser contínuas ou discretas. A transformada *wavelet* pode, da mesma forma que a de Fourier, ser escrita como expansão em série, dada por

$$f(t) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_{m,n}\psi_{m,n}(t), \qquad (1)$$

onde $c_{m,n}$ é o coeficiente e $\psi_{m,n}$ é uma determinada base *wavelet*, m e n se referem a translação e dilação da base, respectivamente. Estas satisfazem:

- Quadrado integrável;
- Ortogonal;
- e completo, se *a sequência de funções* $\{\psi_j\}$ *é ortogonal duas a duas,* $||\psi_j|| = 1$ *para cada* j, ou seja, geram o espaço de funções.

Wavelet de Daubechies

As *wavelets* da família Daubechies são as primeiras com suporte compacto. Estas são obtidas por processo iterativo e, por isso, não apresentam forma fechada; entretanto, apresentam propriedades de funções algébricas, como relação de recorrência, existência e unicidade.

A forma da função mãe da Daubechies é dada por

$$2^{j/2}\psi(2^j x - k), \quad j, k \in \mathbb{Z}, \qquad (2)$$

o que resulta uma função suave que aproxima o sinal (Figura 2).

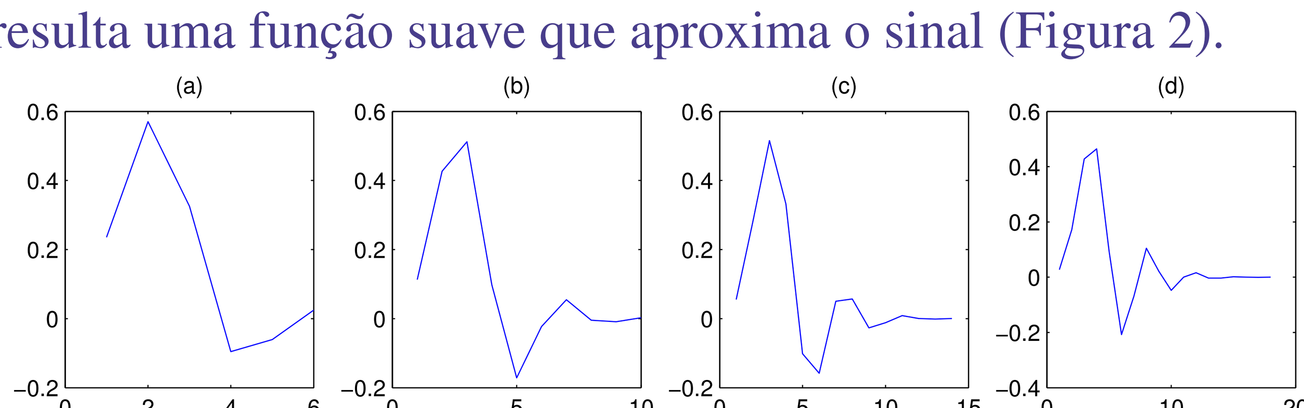

Figura 2: Daubechies de nível: (a) 3, (b) 5, (c) 7, e (d) 9.

Os coeficientes são obtidos a partir do algoritmo Cascada. O processo é realizado através de médias e diferenças, onde um dos coeficientes atua como filtro que suaviza os dados, enquanto os demais acrescentam detalhes a cada nível.

Uma Abordagem Preliminar

A figura 3 mostra a decomposição do sinal usando Daubechies de nível 5. A partir do código desenvolvido até o momento, obteve-se a decomposição em detalhes, como segue, onde há redução do ruído.

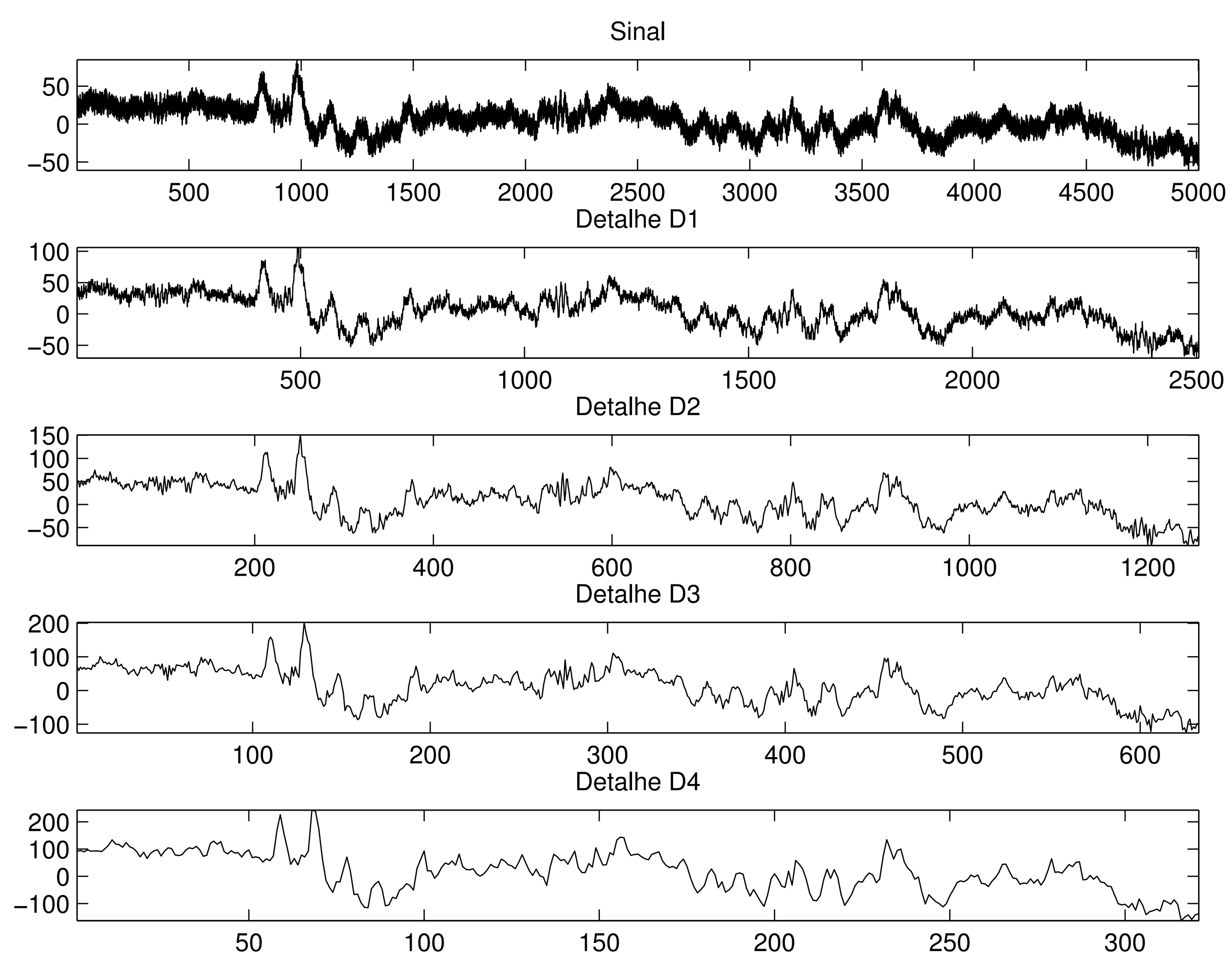

Figura 3: Decomposição do sinal do EEG.

Assim como esperado, a decomposição do sinal propicia a redução do ruído e, também, da quantidade de dados a ser tratada. O próximo passo é desenvolver um código para determinar a existência de CAP no EEG.

Considerações Finais

As *wavelets* apresentam-se como uma ferramenta eficaz na redução de ruído e na compactação do sinal, permitindo uma análise de tendências, descontínuidades com menor custo computacional.

As próximas etapas de pesquisa envolvem o desenvolvimento de códigos capazes de fazer a leitura de sinais de EEG e, através da aplicação de *wavelets*, encontrar o CAP. O desenvolvimento de códigos para o tratamento do EEG, posteriormente, possibilitará a análise de outras características que podem auxiliar no diagnóstico de comorbidades de pacientes.

Referências

1. ADDISON, P. S. *The Ilustred Wavelet Transform Handbook.* MPG, 2002.
2. DAUBECHIES, I. *Ten Lectures on Wavelets.* 6. ed. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1999.
3. NIEVERGELT, y. *Wavelets Made Easy.* Springer, 2013.

Agradecimentos

Ao BIC-UFRGS, ao Prof. Dr. Evandro Manica e ao Prof. Dr. Denis Martinez.