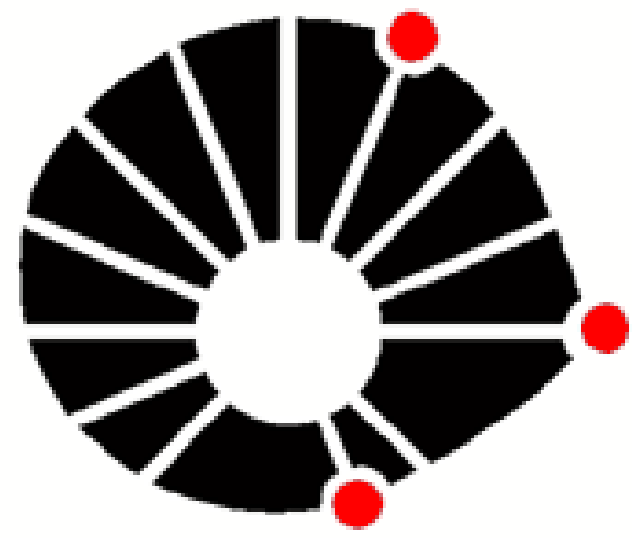


# Fundamentos da Operação de Interfaces Cérebro-Computador



UNICAMP

Paulo A. Melo Jr.<sup>1</sup>, Diogo C. Soriano<sup>2</sup>, Romis Attux<sup>1</sup>

Contato: pazevedojr@gmail.com



1 - Depto. de Eng. de Computação e Automação Industrial (DCA) – FEEC - UNICAMP  
2 – Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS) - UFABC

## Introdução

Interfaces cérebro-computador (BCIs, do inglês *Brain-Computer Interfaces*) são sistemas que permitem a comunicação entre um usuário e o mundo exterior sem que se utilizem os caminhos neuromusculares usuais do corpo humano. Para tanto, mede-se a atividade cerebral a partir do encéfalo do usuário, sendo possível, a princípio, usar diferentes métodos de monitoramento: EEG, MEG, Ressonância Magnética, PET, NIRS, etc. O uso de EEG, especificamente, é bastante usual devido a fatores como alta resolução temporal, relativa portabilidade e preço.

Fundamentalmente, a operação de uma BCI depende da possibilidade de analisar de maneira efetiva sinais cerebrais que, de alguma forma, estejam relacionados a intenções do usuário. Uma análise desse tipo pode estabelecer novos meios para interação entre o ser humano e máquinas, algo potencialmente útil em muitos casos e crucial para indivíduos com necessidades especiais.

Este trabalho discutirá dois paradigmas para construção de uma BCI, os quais têm por base sinais evocados por estímulos visuais (SSVEP) e potenciais relacionados a eventos (P300). Serão apresentados os blocos fundamentais para a operação de uma BCI e, em seguida, as especificidades de cada um dos paradigmas. Por fim, serão expostas algumas conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

## Estrutura Geral de uma BCI

Como ilustra a Figura 1, a operação de uma BCI pode ser dividida, para fins didáticos, em quatro etapas:

1. Aquisição e pré-processamento dos dados;
2. Extração de características;
3. Definição dos comandos (classificação);
4. Envio de comandos para o mundo exterior;

Na etapa de aquisição e pré-processamento, tem lugar o processo de medição e armazenamento dos sinais cerebrais, que é seguido por seu adequado tratamento por meio de filtros espaciais e temporais.

Na etapa de extração de características, ocorre o janelamento do sinal e o uso de transformações que dêem origem a um conjunto de atributos que seja tão informativo quanto possível do ponto de vista dos comandos estipulados. Definidos os atributos pertinentes, passa-se à fase de classificação, responsável por discriminar os padrões associados aos vários comandos. Esses comandos, por fim, são traduzidos de forma a estimular adequadamente os atuadores pertinentes.



Figura 1 - Diagrama de Blocos de uma BCI

## SSVEP e P300

O uso de SSVEP (do inglês *Steady-State Visually Evoked Potential*) em BCI se associa tipicamente à possibilidade de empregar uma interface gráfica com múltiplos comandos com campos piscando a diferentes frequências (numa faixa bem determinada). Nessas condições, quando o usuário direciona seu campo visual para certo comando, é possível captar no sinal de EEG conteúdo espectral em sua frequência de *blink*, permitindo assim que sua intenção seja identificada (Figura 3a). Numa interface dessa natureza, lida-se tipicamente com extração de características vinculadas ao espectro de potência de certos eletrodos.

Por sua vez, o sinal P300 é evocado por certos eventos, estando associado a uma resposta verificada cerca de 300ms após a ocorrência pertinente (Figura 3b). Em BCI, faz-se normalmente uso desse potencial através da apresentação ao usuário de uma interface com múltiplos comandos que são ativados, um a um, de maneira aleatória. O registro de um comando advém da detecção de P300 relativo à ativação do comando que merecia a atenção do usuário. Na Fig. 2, é apresentado um teclado clássico amplamente usado tanto interfaces baseadas em SSVEP quanto em P300.

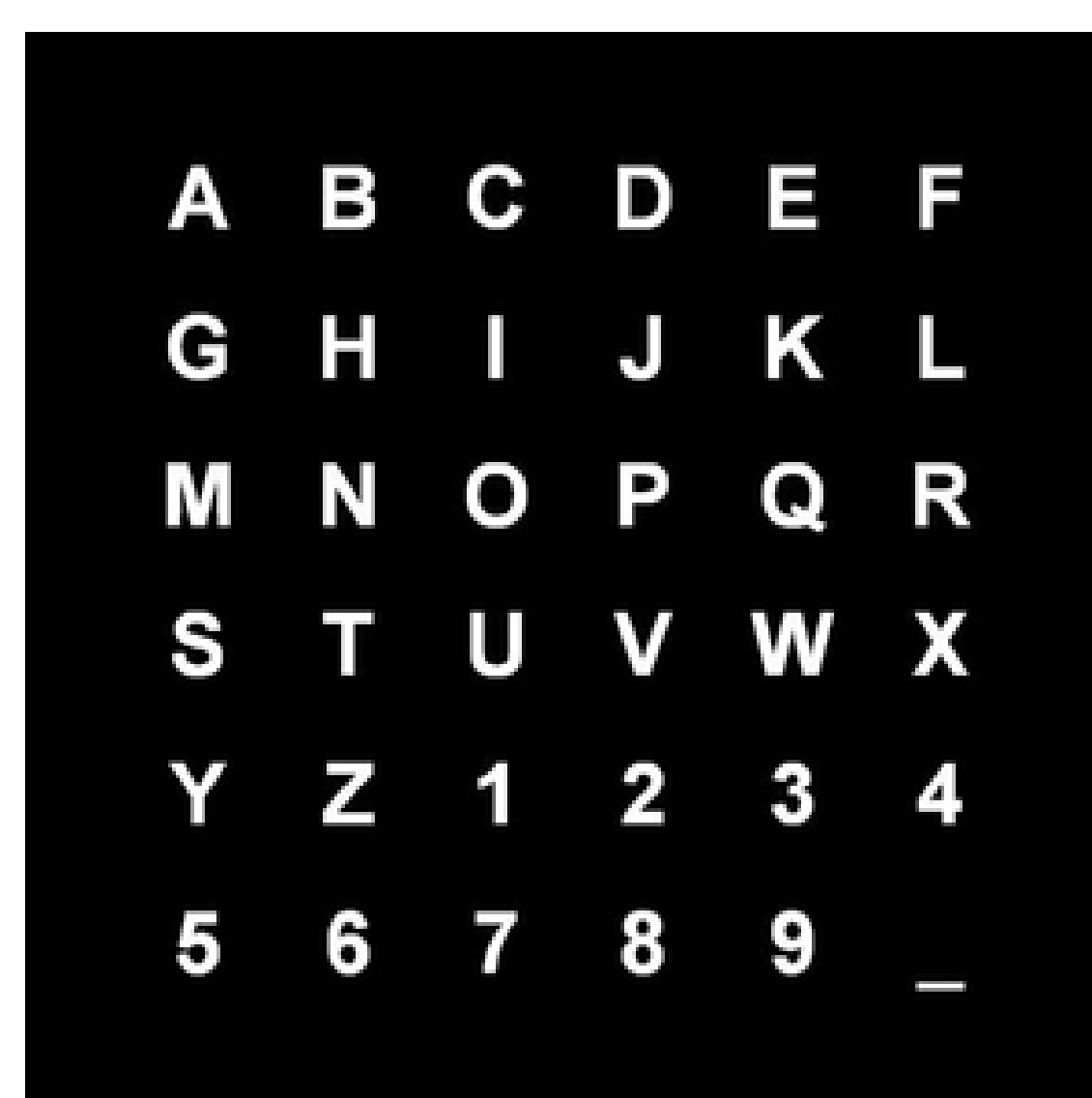


Figura 2 – Teclado usado no sistema BCI2000 [BCI2000]

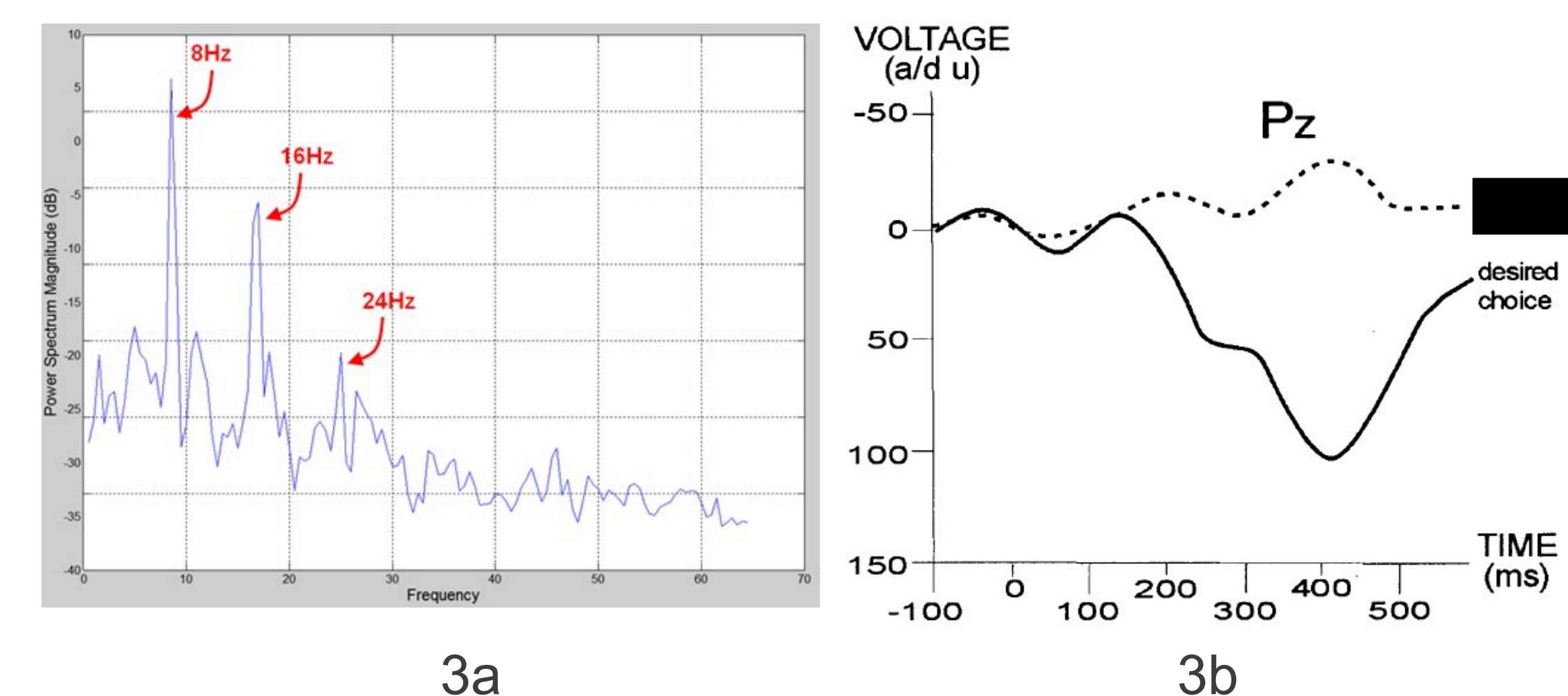


Figura 3 – Exemplo de sinais cerebrais; na figura 3a, temos o espectro de sinal SSVEP para uma estimulação de 8Hz [Sepulveda, 2011]; na figura 3b, temos um exemplo de sinal P300 [Wolpaw et al., 2000];

## Conclusões e Perspectivas

BCIs são parte de um conjunto de tecnologias assistivas que podem trazer imensos benefícios para indivíduos com necessidades especiais. Os paradigmas SSVEP e P300, além de possuírem inúmeras aplicações, são conceitualmente simples e adequados a um trabalho introdutório como este.

Vale ressaltar que o projeto DESTINE, do qual faz parte o bolsista, trabalha também em outras frentes, como robótica assistiva e ambientes inteligentes, a fim de tornar essa tecnologia mais acessível para os potenciais usuários.

## Agradecimentos

Somos gratos ao PIBIC/CNPq pelo financiamento deste projeto e à equipe do projeto DESTINE pelas inúmeras contribuições técnicas.

## Referências

- [Wolpaw et al, 2000] Jonathan R. Wolpaw et al., *Brain-Computer Interfaces for Communication and Control in Clinical Neurophysiology, Volume 113, Issue 6, 2002*
- [Sepulveda, 2011] Francisco Sepulveda, *Brain-Actuated Control of Robot Navigation* in Alejandra Barrera (ed.), *Advances in Robot Navigation*, InTech, 2011
- [BCI2000] Site [www.bci2000.org](http://www.bci2000.org)