

Aplicação de Filtragem Espacial para Redução da Correlação em Sinais de EEG na Detecção de ASSR

Daniel Felipe Veloso¹, Paulo Fábio F. Rocha², Leonardo Bonato Felix¹

¹ Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Viçosa, MG

² Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, BA

ODS: Indústria, Inovação e Infraestrutura

Categoria: Pesquisa

Introdução

A Resposta Auditiva em Regime Permanente (*Auditory Steady-State Response - ASSR*) é utilizada em exames de audiometria para estimar o limiar auditivo de forma objetiva. Diferente de métodos convencionais, que exigem a colaboração do paciente, a ASSR permite avaliações automatizadas, sendo especialmente útil em recém-nascidos e indivíduos que não podem responder ativamente. Entretanto, métodos de detecção objetiva de resposta multivariada, que utilizam vários canais de EEG simultaneamente, enfrentam um problema: a correlação entre os canais. Essa correlação pode inflar a taxa de falsos positivos (TFP), levando a diagnósticos incorretos. Como alternativa, filtros espaciais, como os laplacianos, podem reduzir a correlação entre os sinais e melhorar a confiabilidade dos exames.

Objetivos

Investigar o efeito de filtros laplacianos (*Small*, *Large* e *Surface*) na detecção multivariada de ASSR em sinais de EEG, avaliando sua capacidade de reduzir a correlação entre canais e controlar a taxa de falsos positivos (TFP).

Metodologia

O estudo foi conduzido em duas etapas principais: (i) simulações de Monte Carlo com sinais sintéticos correlacionados; e (ii) análise de sinais reais de EEG, registrados durante estímulos auditivos periódicos. Os detectores aMSC e pMSC foram aplicados com e sem filtros laplacianos e comparados com a MMSC, que é imune a correlação.

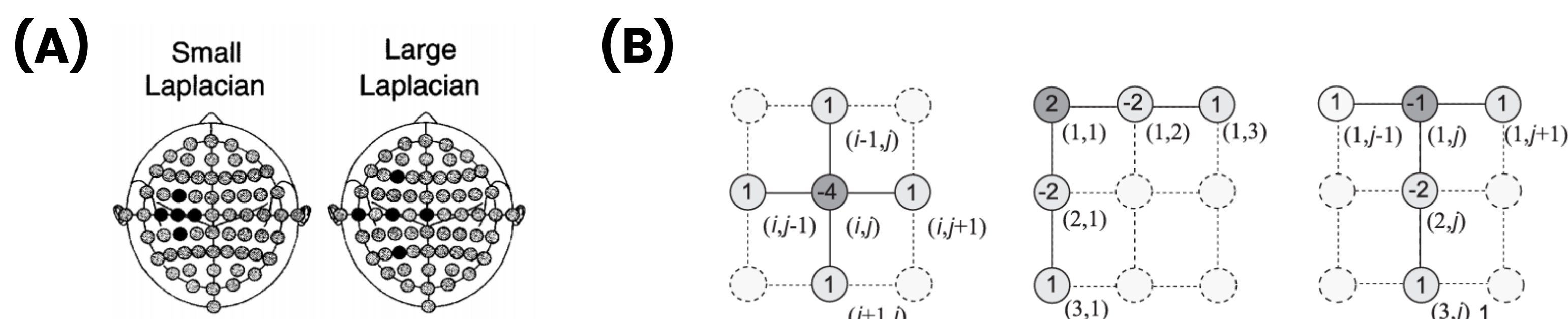


Figura 1: (A) Implementação dos filtros laplacianos *Small* e *Large*, (B) *Surface*.

A aquisição do EEG foi realizada em cinco voluntários com audição normal, utilizando 16 canais posicionados conforme o sistema internacional 10-20. Os sinais foram registrados a uma taxa de amostragem de 1.000 Hz, durante estimulação auditiva modulada em frequências entre 81 e 95 Hz, em três intensidades (30, 40 e 50 dB), além de registros de EEG espontâneo.

Apoio Financeiro



Resultados

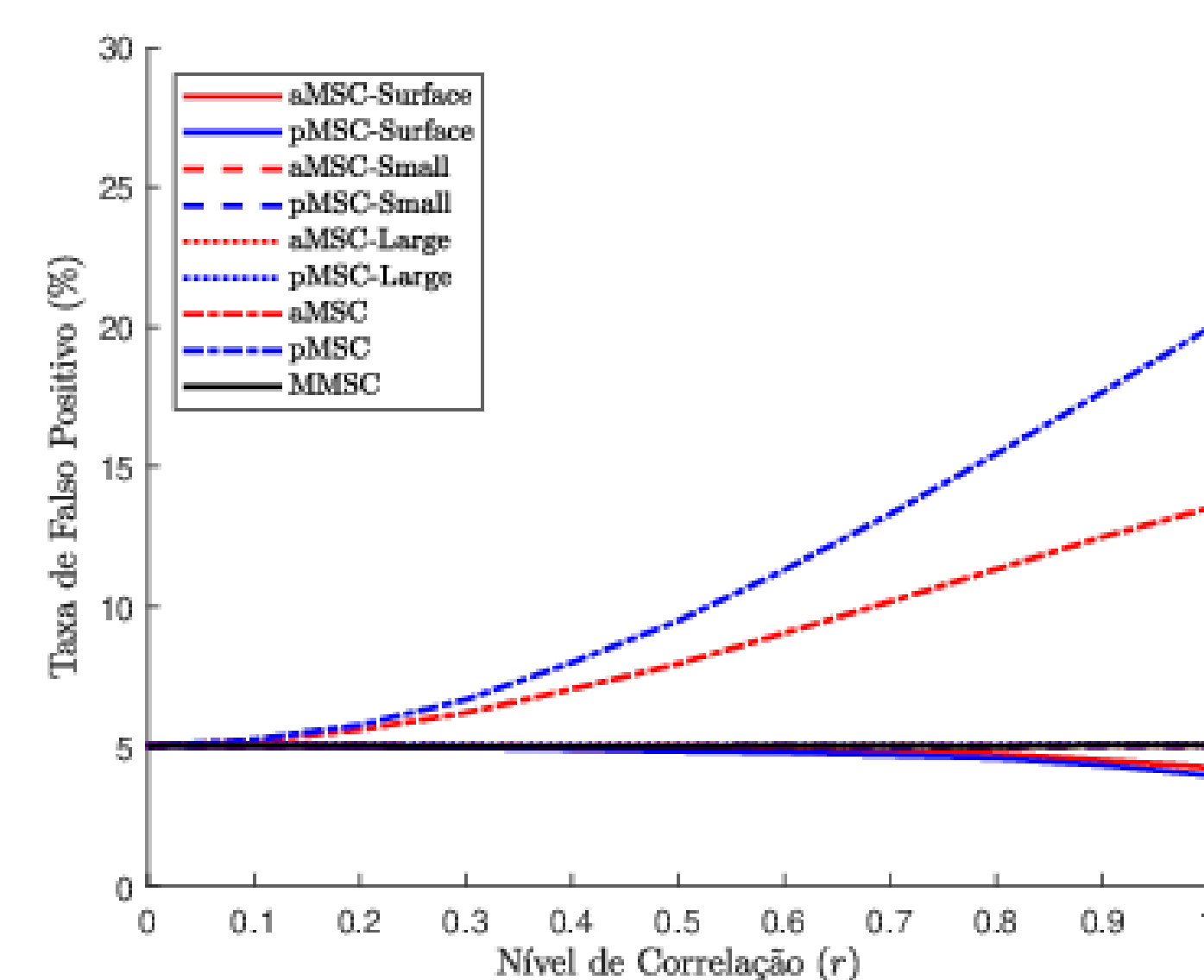


Figura 2: Taxa de falsos positivos (TFP) em função do nível de correlação, para sinais sintéticos correlacionados.

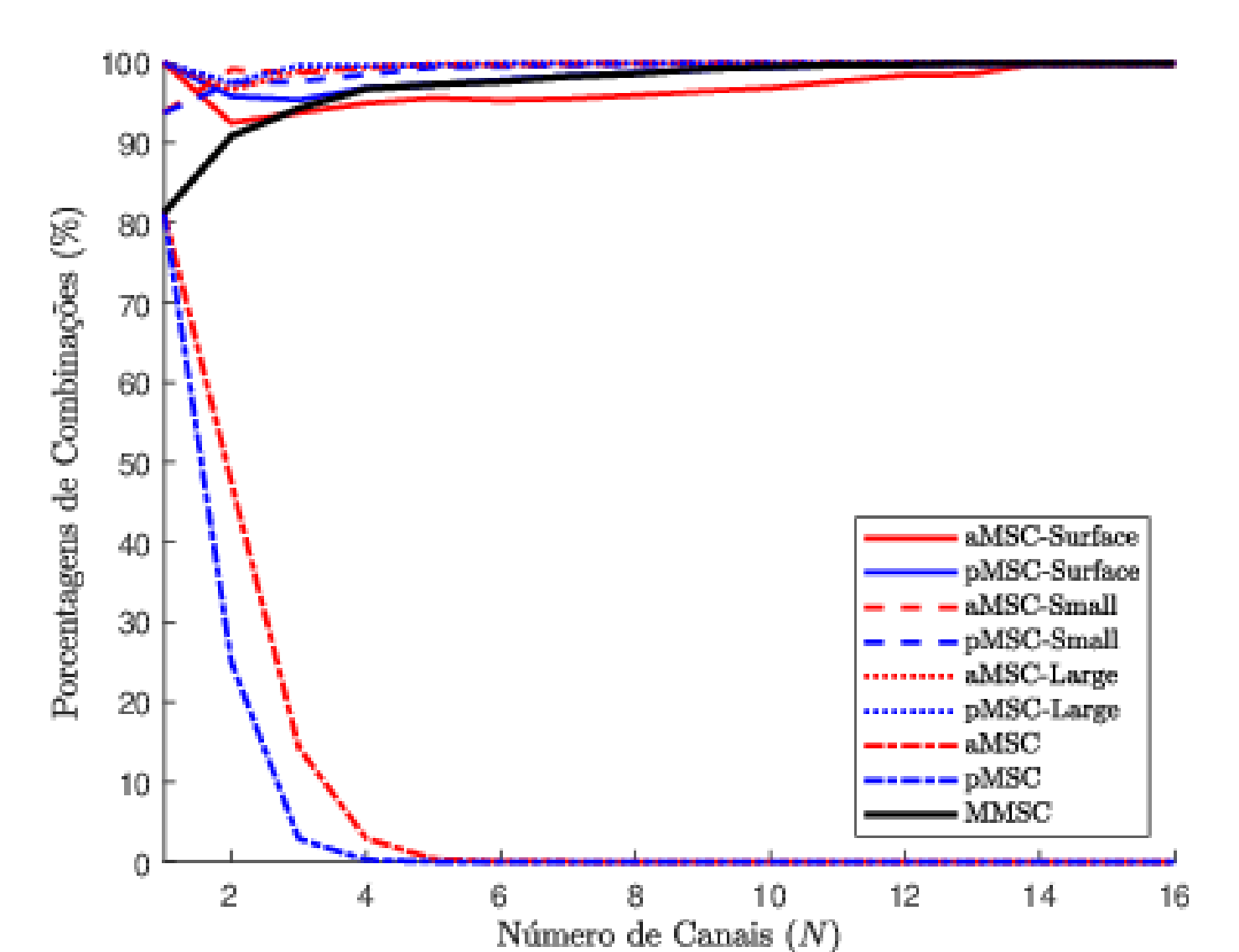


Figura 3: Porcentagem de combinações de canais que mantiveram a TFP $\leq 10\%$, para diferentes números de canais N .

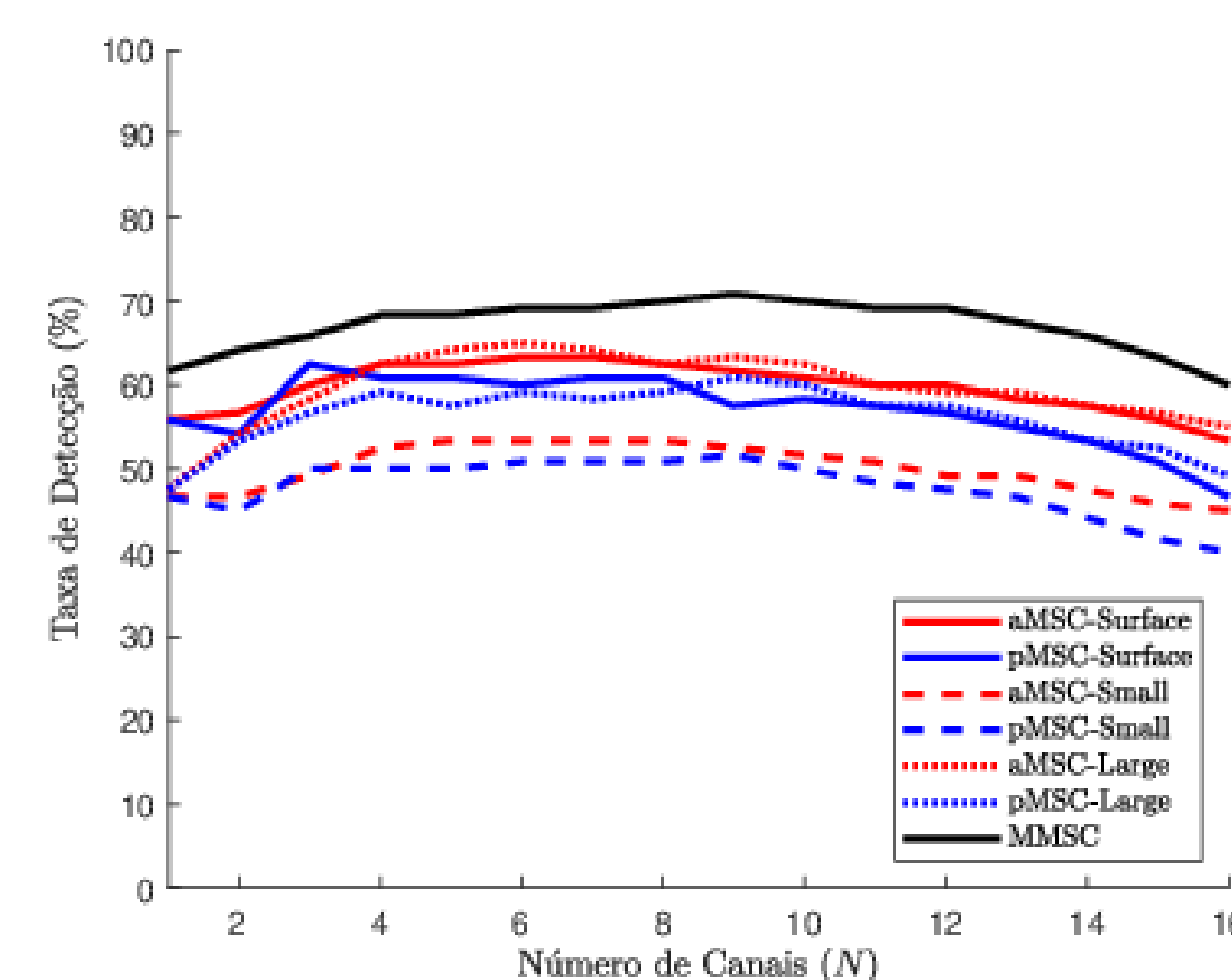


Figura 4: Taxa de detecção (TD) máxima obtida para cada N , para combinações com TFP $\leq 10\%$.

Tabela 1: Taxa Máxima de Detecção para cada detector. Não houve diferença estatística entre a MMSC e os detectores com filtros laplacianos pelo teste dos postos sinalizados de Wilcoxon.

Detector	Combinação	TD(%)	TFP(%)
aMSC-Surface	FCz-F4-T6-Oz-C3-Cz	63,33	10
pMSC-Surface	FCz-F4-T6	62,5	10
aMSC-Small	FCz-P4-P3-Fz-Cz	53,33	2,5
pMSC-Small	FCz-F4-P4-T4-Oz-T5-F7-Fz-Cz	51,66	5
aMSC-Large	FCz-T4-Oz-C4-P3-Fz	65	5
pMSC-Large	FCz-T6-P4-T4-Oz-C4-T5-Fz-Cz	60,83	5
MMSC	FCz-F4-P4-T5-F7-F3-T3-Fz-Cz	70,83	0

Conclusões

Os resultados demonstraram que os filtros laplacianos são ferramentas eficazes para reduzir a correlação entre sinais de EEG e controlar a TFP. Entre eles, as versões *Large* e *Surface* apresentaram melhor equilíbrio entre TFP e taxa de detecção, enquanto o filtro *Small*, embora eficiente no controle da TFP, apresentou menor sensibilidade. De forma geral, os filtros laplacianos mostraram-se alternativas práticas e acessíveis para aumentar a confiabilidade de exames de audiometria automatizados, contribuindo para diagnósticos mais seguros e aplicações clínicas e de pesquisa.

Bibliografia

- Carvalhoes, C.; de Barros, J. A. The surface laplacian technique in EEG: Theory and methods. *International Journal of Psychophysiology*, v. 97, n. 3, p. 174–188, 2015. ISSN 0167-8760.
- Tsuchimoto, S. et al. Use of common average reference and large-laplacian spatial-filters enhances eeg signal-to-noise ratios in intrinsic sensorimotor activity. *Journal of Neuroscience Methods*, v. 353, p. 109089, 2021.
- Zanotelli, T. et al. Choosing multichannel objective response detectors for multichannel auditory steady-state responses. *Biomedical Signal Processing and Control*, v. 68, p. 102599, 2021. ISSN 1746-8094.