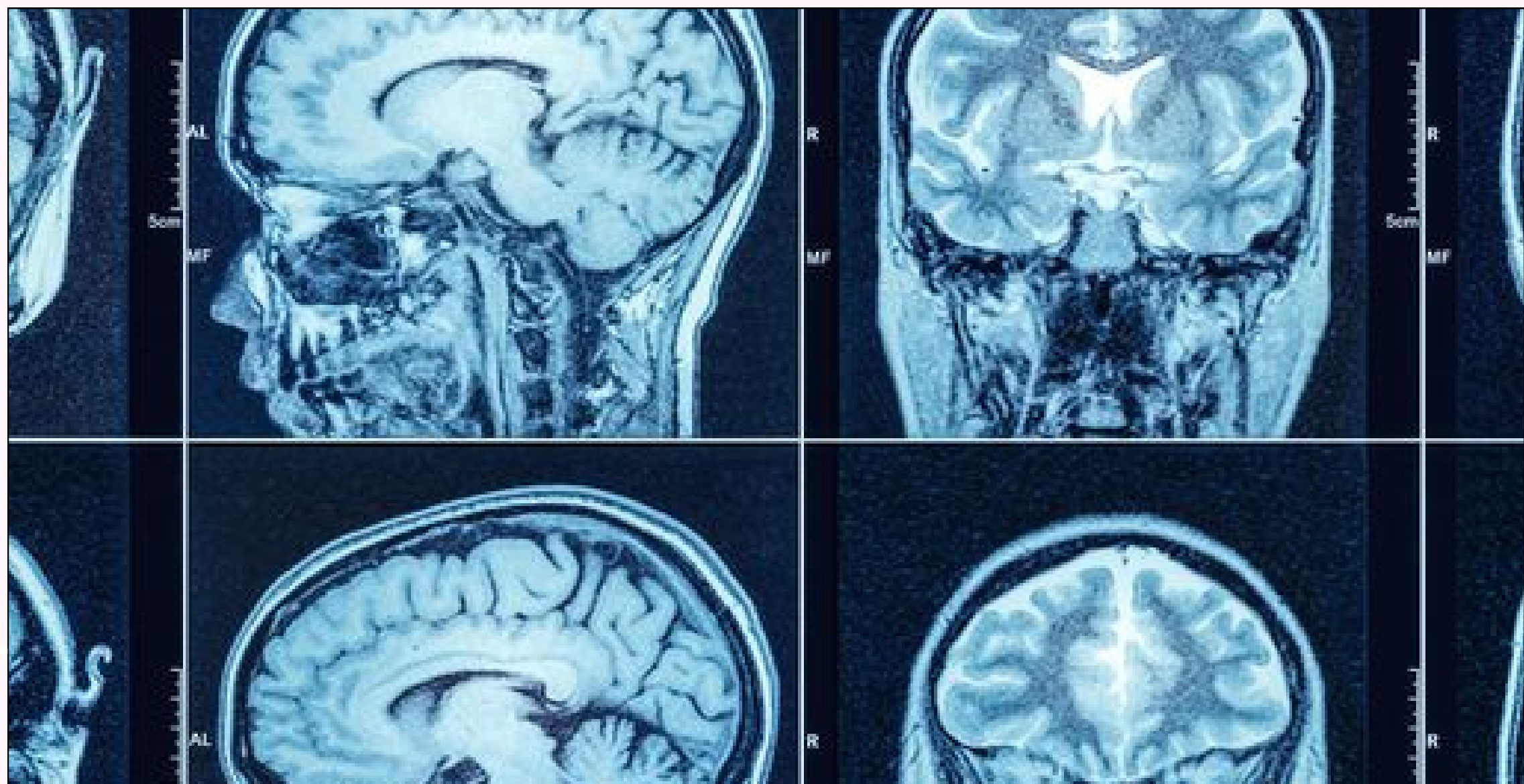


Tradução de Imaginação Motora e Detecção de Crises Epilépticas via EEG e Inteligência Artificial

CogniFala

Anita P. Alves da Silva

Isabela M. Rosendo da Silva



Etec
Guarulhos

CPS
Centro
Paula Souza

1- Introdução e Problema

O avanço das Interfaces Cérebro-Computador (BCI) representa uma fronteira essencial para a autonomia e saúde humana. Atualmente, indivíduos com paralisia motora severa enfrentam barreiras extremas para expressar escolhas básicas, dependendo de métodos de comunicação lentos e limitados. Paralelamente, a epilepsia afeta milhões de pessoas globalmente, e a imprevisibilidade das crises gera riscos graves à integridade física. O desafio reside na complexidade dos sinais de eletroencefalograma (EEG), que possuem baixa relação sinal-ruído e exigem métodos sofisticados de interpretação. Diante disso, surge a necessidade de investigar se padrões neurais específicos podem ser decodificados para gerar respostas comunicativas e alertas de crises de forma automatizada.

2- Objetivos e Hipóteses

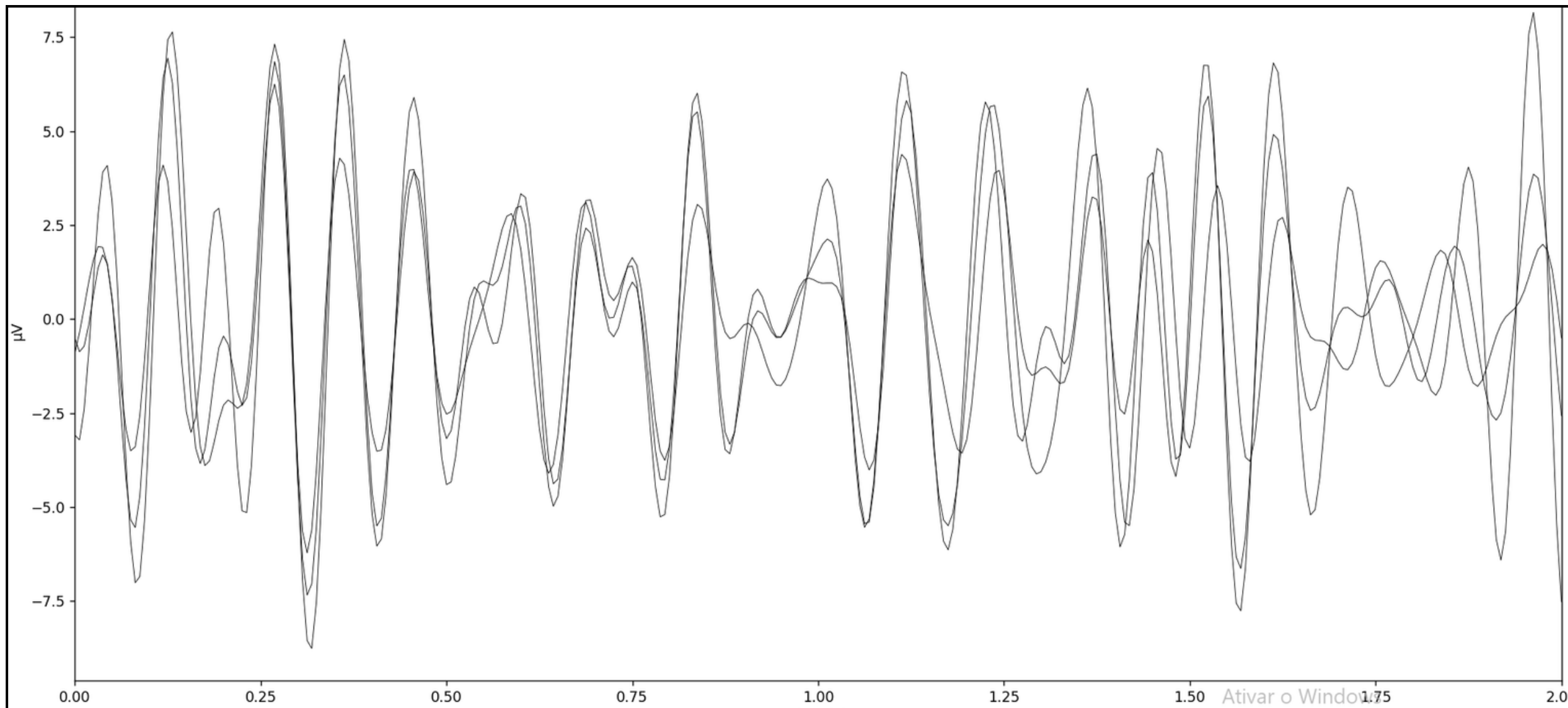
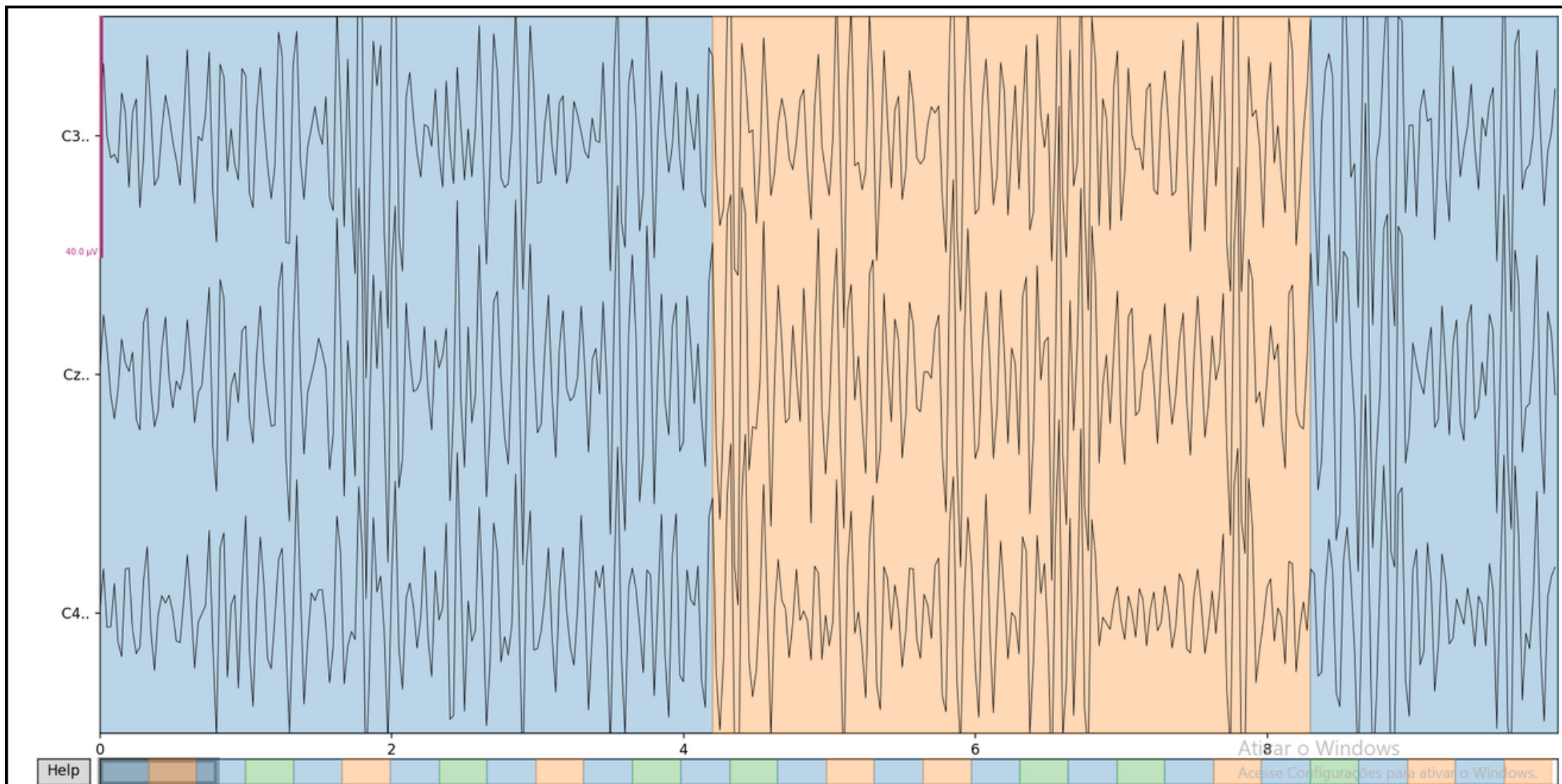
O objetivo deste trabalho é desenvolver e validar um sistema de Interface Cérebro-Computador (BCI) dividido em dois módulos funcionais. O primeiro módulo visa a comunicação assistiva, transformando a intenção de movimento em dados digitais. O segundo módulo, denominado CogniFala, foca na segurança clínica através da detecção de eventos epiléticos.

- **Hipótese 1:** É possível classificar a imaginação motora (mão direita vs. esquerda) como respostas binárias (SIM/NÃO) com acurácia >75% usando o algoritmo CSP.

- **Hipótese 2:** A aplicação de Random Forest sobre janelas temporais de EEG permite identificar crises epiléticas com alta sensibilidade e baixos índices de falsos positivos.

3- Métodos e Procedimentos

Módulo de Comunicação (Imaginação Motora): Foram utilizados sinais de 15 voluntários (canais C3, Cz e C4). O processamento envolveu a filtragem das bandas MU (8–12 Hz) e BETA (13–30 Hz). A técnica de Common Spatial Patterns (CSP) foi aplicada para extrair as características espaciais que melhor diferenciam o movimento imaginado. A classificação final foi feita via Linear Discriminant Analysis (LDA), com divisão de 70% para treino e 30% para teste.



Módulo Previsão (Crises Epiléticas): Foram utilizados sinais de 2 voluntários. Os sinais foram segmentados em janelas de 5 segundos com sobreposição de 50%. Foram extraídas 69 características (estatísticas de tempo e componentes de frequência). O modelo escolhido foi o Random Forest com a técnica de class_weight="balanced", essencial para lidar com a raridade das crises no conjunto de dados total.

4- Resultados

Resultados Módulo de Comunicação:

Acurácia do modelo:	AUC-ROC:
77,94%	0,819
F1-score:	
0,795	

Resultados Módulo de Previsão:

Métrica	Valor (classe crise)
Precisão (Precision)	0.82
Sensibilidade (Recall)	0.69
F1-score	0.75
Número de crises corretas	9
Número de crises perdidas	4
AUC	0.8816
Número total de janelas de crise	13

5- Conclusões

O projeto comprova que a inteligência artificial pode transformar sinais cerebrais em ferramentas reais de acessibilidade e saúde. Validamos que a imaginação motora é uma via eficaz para comunicação assistiva, alcançando 77,94% de acurácia na tradução de comandos binários (SIM/NÃO). Simultaneamente, o sistema de Previsões demonstrou alta confiabilidade no monitoramento de crises epiléticas, com um índice baixíssimo de alarmes falsos, o que é essencial para a segurança do paciente em ambientes reais.

6- Referências

- EEG Brain Waves and Alpha Rhythms: Past, Current, and Future Perspectives (Ondas Cerebrais EEG e Ritmos Alfa: Perspectivas Passadas, Presentes e Futuras). ScienceDirect, 2025.
- Recent Applications of EEG-Based Brain-Computer Interface in Medical Fields (Aplicações Recentes de Interfaces Cérebro-Computador Baseadas em EEG em Áreas Médicas). Military Medical Research, 2025.
- Energy-Efficient Tiny AI for Epileptic Seizure Detection via EEG (IA Compacta e Eficiente para Detecção de Crises Epiléticas via EEG). PMC, 2025.