

**Tema:** Interface Cérebro-Computador Híbrida: um sistema adaptativo criado a partir da união dos paradigmas Cinemática de Corpos Imaginados e Potencial Relacionado ao Erro

## Contexto/Motivação

O avanço tecnológico nos estudos sobre BCI (interface cérebro-computador) nas últimas décadas vem gerando novas expectativas para pacientes com dificuldades motoras, como pessoas amputadas e pacientes de lesão cerebral. O avanço na tecnologia de leitura de sinais captados por EEG (eletroencefalografia) possibilitou o desenvolvimento de equipamentos de menor custo e, conseqüentemente, o aumento na quantidade de estudos nessa área. Paralelamente, o desenvolvimento das técnicas de aprendizado de máquina, ciência de dados e inteligência artificial fomentou ainda mais os estudos em BCI, pois viabilizou uma melhor interpretação dos dados captados por EEG.



Realização de uma Eletroencefalografia através do acoplamento de eletrodos ao escalpo. Fonte: Brandeis University.

## Objetivo

O objetivo do projeto é desenvolver uma BCI capaz de interpretar sinais cerebrais gerados ao imaginar o movimento de um braço ou uma perna (imagética motora) e avaliar a possibilidade de utilizar a percepção de erro do usuário (potencial relacionado ao erro) para aperfeiçoar esse modelo de classificação de imagética motora.

## Metodologia

O projeto se sustenta sobre três pilares: captação de dados, decodificação e adaptação.

O primeiro é a etapa onde ocorre a captação de dados através de leituras EEG de indivíduos durante a realização de alguma tarefa. O segundo pilar é composto por dois sistemas de decodificação ou classificação: o primeiro para classificar intenções de movimento baseado nos testes realizados durante a captação de dados da fase anterior e criar um modelo de predição base-

ado nesses dados e um segundo para identificar percepções de erro. E o terceiro pilar contempla um algoritmo de correção do modelo de predição baseado na percepção de erro captada na fase anterior. Os diagramas a seguir apresentam, da esquerda para a direita, o diagrama de malha fechada do sistema completo e o fluxo de decisões do sistema de adaptação.

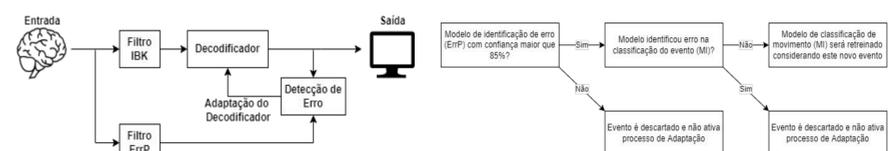


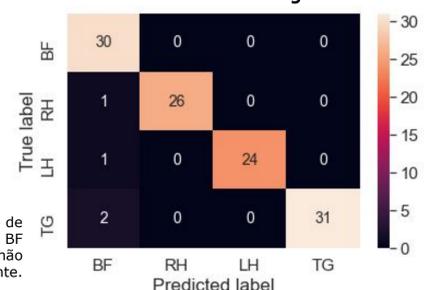
Diagrama representando o fluxograma do funcionamento do projeto. Fonte: Elaborado pelos autores.

Fluxograma do processo de identificação do evento. Fonte: Elaborado pelos autores.

## Resultados

O modelo de classificação de intenção de movimento de partes do corpo através da imaginação foi treinado atingiu uma acurácia de 97,7%, treinado sobre 8 mil eventos. O modelo de identificação de sensação de erro atingiu 90,9%, sobre 12 mil eventos. A partir desses dois modelos, foi construído o sistema de adaptação que realiza um novo treinamento em cima do classificador de movimentos. Se um novo evento for classificado corretamente, ou seja, se o sistema de identificação de erro apontar pelo menos 85% de certeza de que não houve erros, o novo evento é adicionado à base de eventos e inicia-se o processo de treinamento do modelo em tempo real. A matriz de confusão ao lado apresenta a distribuição de novos eventos classificados após a etapa de adaptação. O novo modelo apresentou 96,5% de acurácia para este conjunto de dados.

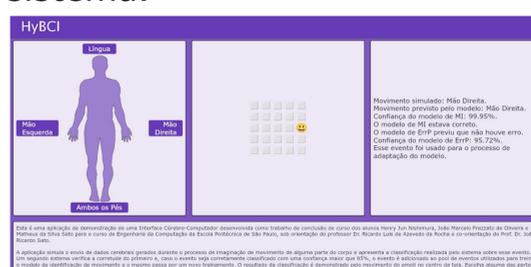
Matriz de confusão gerada a partir da etapa de testes do modelo de imagética motora após adaptação do mesmo. TG, LH, RH, BF significam *tongue* (língua), *left hand* (mão esquerda), *right hand* (mão direita) e *both feet* (ambos os pés) respectivamente.



Fonte: Elaborado pelos autores.

## Aplicação

Os estudos realizados foram compilados em uma aplicação Web que permite testar os modelos em tempo real e observar o processo de adaptação do sistema.



Screenshot da aplicação WEB desenvolvida para observar o comportamento do sistema desenvolvido.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na aplicação Web, o usuário é capaz de simular a entrada de um sinal motor como língua, braços ou pernas e verificar a decisão do modelo através da movimentação de um objeto gráfico e um relatório disponibilizado dinamicamente.

**Integrantes:** Henry Jun Nishimura  
João Marcelo Frezzato Oliveira  
Matheus da Silva Sato

**Professor(a) Orientador(a):** Prof. Dr. Ricardo Luis de Azevedo da Rocha  
**Co-orientador(a):** Prof. Dr. João Ricardo Sato