

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDA DANIELLA ANTUNES

**BIOENGENHARIA NEURAL E ELETROMAGNETISMO: MATERIAL PARA
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DAS INTERFACES CÉREBRO-MÁQUINA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**PONTA GROSSA
2025**

EDUARDA DANIELLA ANTUNES

**BIOENGENHARIA NEURAL E ELETROMAGNETISMO: MATERIAL PARA
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DAS INTERFACES CÉREBRO-MÁQUINA**

**Neural Bioengineering And Electromagnetism: Material For Scientific
Dissemination Of Brain-Machine Interfaces**

Produto Educacional apresentada como requisito para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Awdry Feisser Miquelin

**PONT
A
GROS
SA
2025**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

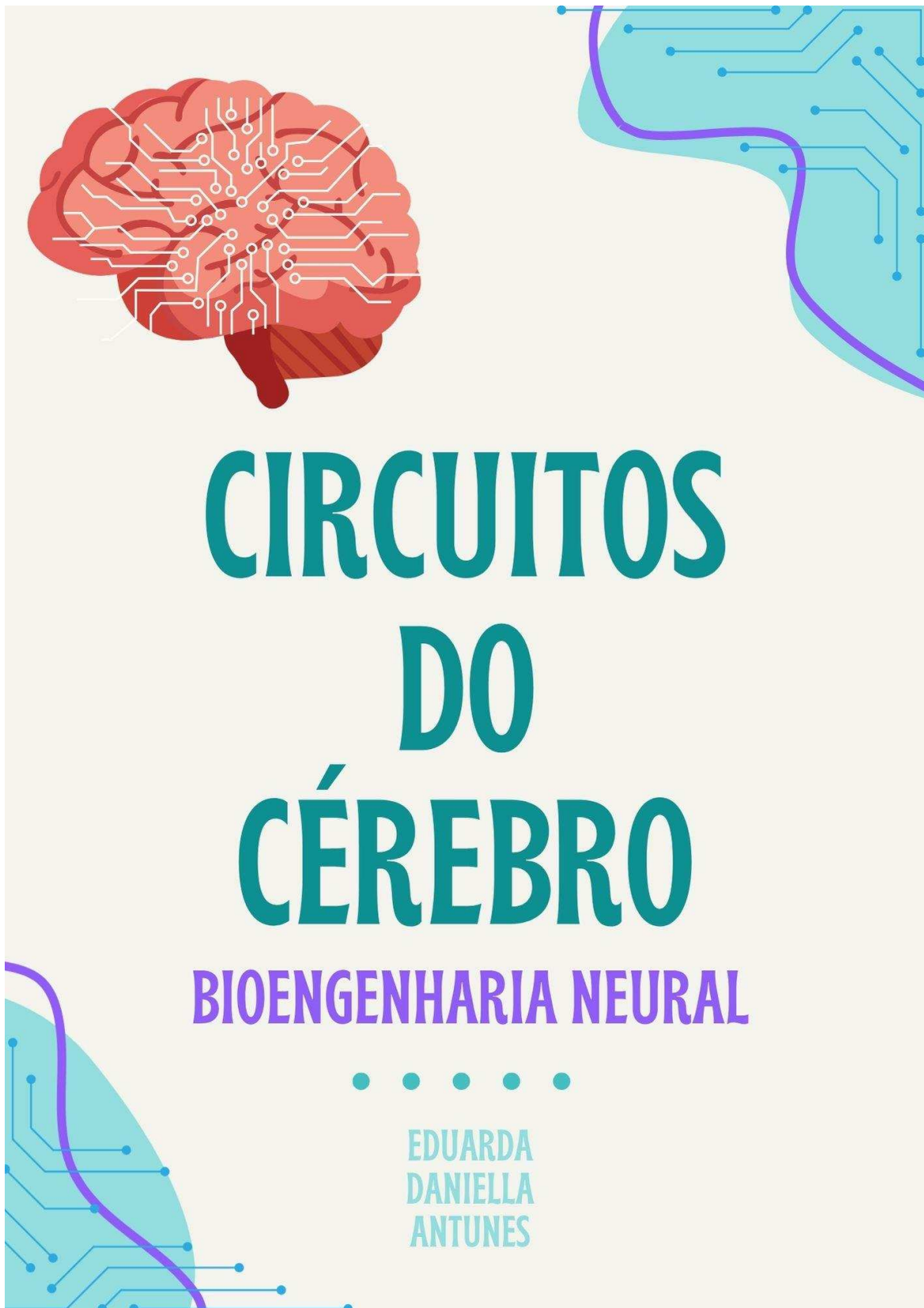
Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional (PE) desenvolvido neste Trabalho de Conclusão de Curso consiste em um guia interativo impresso, intitulado **Circuitos do Cérebro: Bioengenharia neural**. Sua elaboração foi definida ao longo do processo investigativo e alinhada ao objetivo central desta pesquisa, que envolve a divulgação científica acessível sobre princípios de eletromagnetismo aplicados à neuroestimulação e às Interfaces Cérebro-Máquina (ICMs).

O PE foi estruturado em formato físico e artesanal, utilizando elementos interativos como abas, cartões, velcro e ímãs, permitindo ao leitor manipular conceitos e visualizar de forma concreta os mecanismos descritos. Essa abordagem visa aproximar estudantes e público geral dos fundamentos científicos de forma lúdica, visual e tátil, contribuindo para a aprendizagem em contextos formais e informais de educação científica.

O guia completo é disponibilizado como arquivo separado e acompanha este TCC em sua versão digital. Nele constam tanto as páginas originais do material, antes da montagem, quanto o registro fotográfico da versão física finalizada, evidenciando seus mecanismos interativos.



CIRCUITOS DO CÉREBRO

BIOENGENHARIA NEURAL



EDUARDA
DANIELLA
ANTUNES

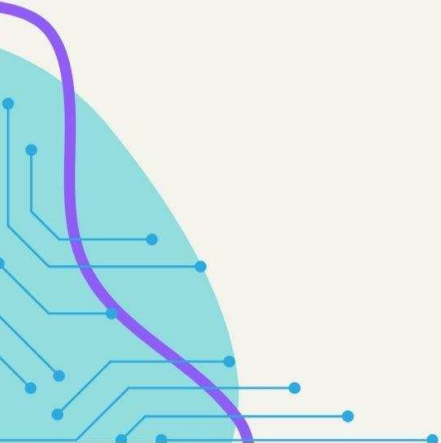
INTRO



A **atividade elétrica** do cérebro sustenta nossa capacidade de sentir, pensar e agir. Quando essa **comunicação se desequilibra**, por doenças neurológicas, transtornos emocionais ou lesões, surgem dificuldades que impactam a vida.

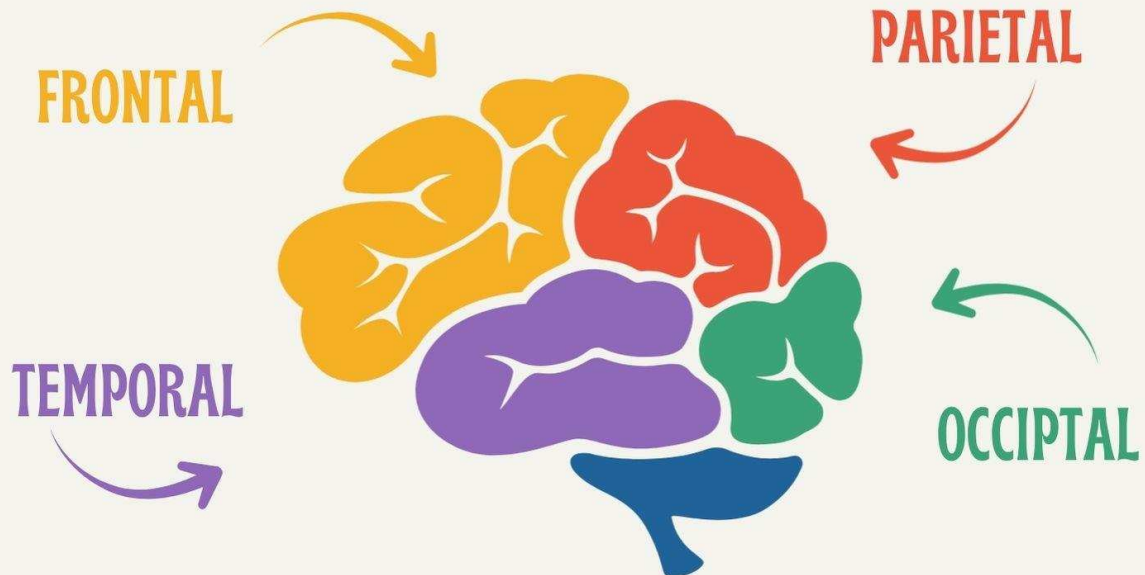
As **técnicas** apresentadas aqui ajudam a observar, compreender e apoiar o cérebro, favorecendo sua capacidade natural de adaptação e recuperação.

Este é um **guia interativo** para o leitor saber como alguns procedimentos neurais funcionam.



BIOENGENHARIA NEURAL

Une biologia e engenharia para criar soluções que restauram funções, comunicam mente-máquina e estimulam regiões cerebrais.



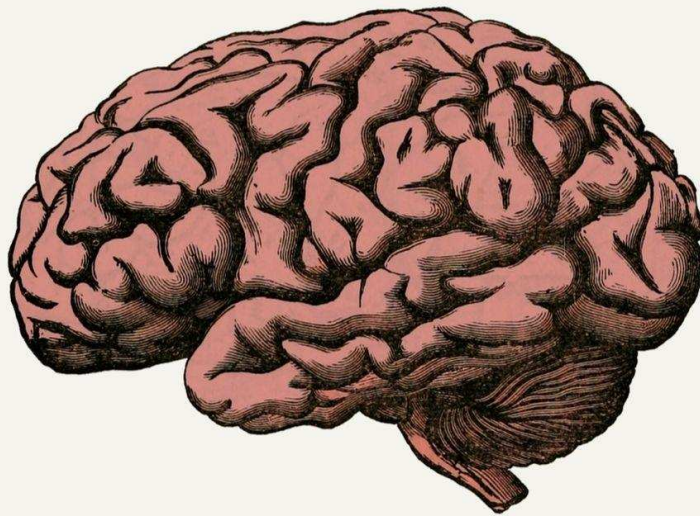
abra para ver os lobos cerebrais

ELETROMAGENTISMO

O cérebro funciona com eletricidade.

E toda eletricidade cria um campo magnético, mesmo que seja muito pequeno.

Algumas tecnologias apenas observam esses campos, outras suavemente os estimulam para apoiar o cérebro a se reorganizar.



posicione

EEG

O eletroencefalograma (EEG) registra atividade cerebral por eletrodos no couro cabeludo. Os sinais são muito fracos (microvolts), então precisam ser amplificados e filtrados para remover ruídos. Um gel é usado para melhorar o contato e conduzir sinais neurais.

THRJONDASDFHTJIJGIORJGRJRTIHJITHOIA
HGREHRFHUGHSINAISIJGIJGIJRJITIOJHTIJH
AEIJIEJÍJRGÍJEEIDEGUHDUSHHELETRODOSAI
OEGIJGTREGISTRORUIUGHUHRURHUHRUHI
UHSUDSDHUHIEJIJRGIJVOLTAGEMIUDHFIDH
F87ATIVIDADEUPHUDHUHSUHFUIHAUHUDF
MKDUHDDEIHJTGIOTCORTEXUHAUHSUHSU
HKGFREQUENCIAUHFDSUIHFHFSDUHFHDHU
SIHFUSHFHFHUDHUDHULPPPAOEIOJIFEJJEJ

encaixe o decodificador aqui

**O cérebro pode parecer caótico,
mas a ciência encontra padrões**

ELETRICIDADE CEREBRAL

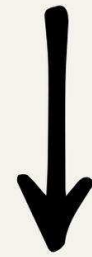
Dentro do cérebro, neurônios trocam pequenos sinais elétricos para criar pensamentos, memórias e emoções. Os eletrodos não substituem essa eletricidade, apenas encostam de forma suave para ouvir ou apoiar esses sinais naturais.

posicione os eletrodos



RM

A Ressonância Magnética (RM) cria imagens do cérebro usando um campo magnético que alinha prótons de hidrogênio no corpo. Quando pulsos são aplicados, eles mudam de orientação e emitem sinais que formam imagens detalhadas.

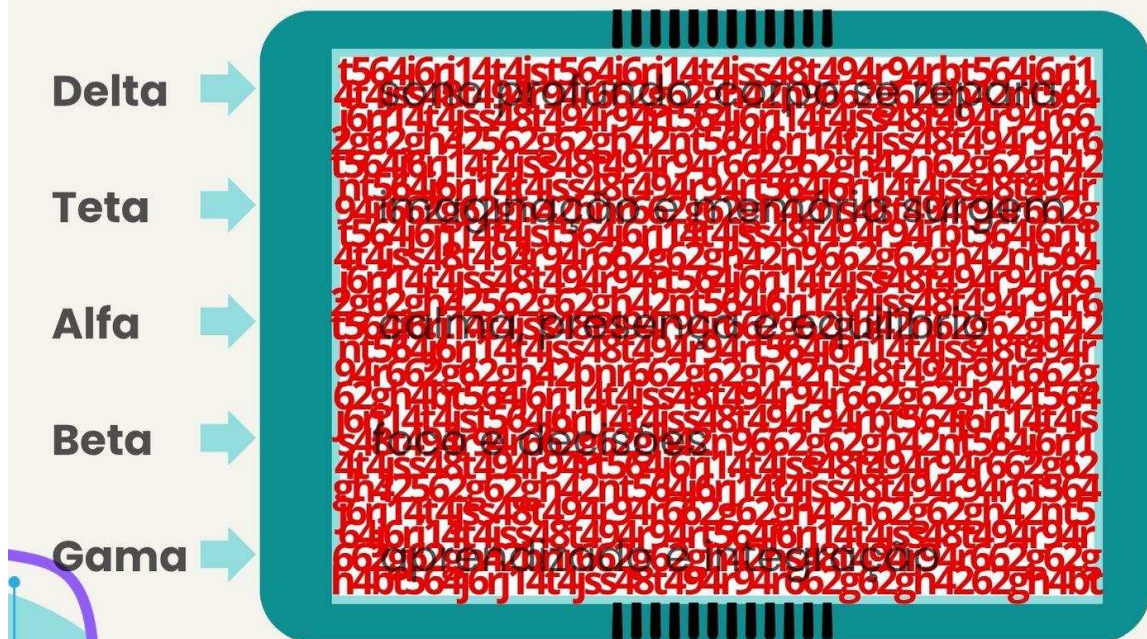


puxe

ONDAS CEREBRAIS

O cérebro se comunica por sinais elétricos.

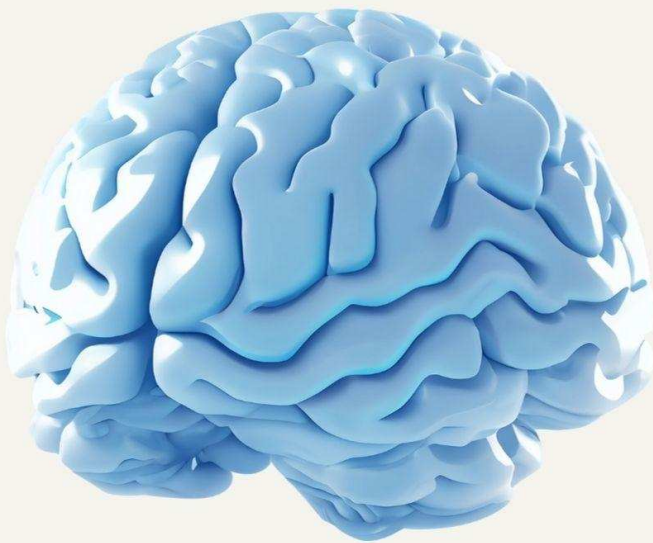
Esses sinais formam ondas com frequências diferentes, cada uma associada a estados mentais específicos.



encaixe o decodificador aqui

tDCS

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) usa correntes muito fracas para modular a atividade dos neurônios. Dependendo da polaridade, pode facilitar ou inibir sua ativação. É estudada para depressão, AVC, dor crônica e aprendizagem.



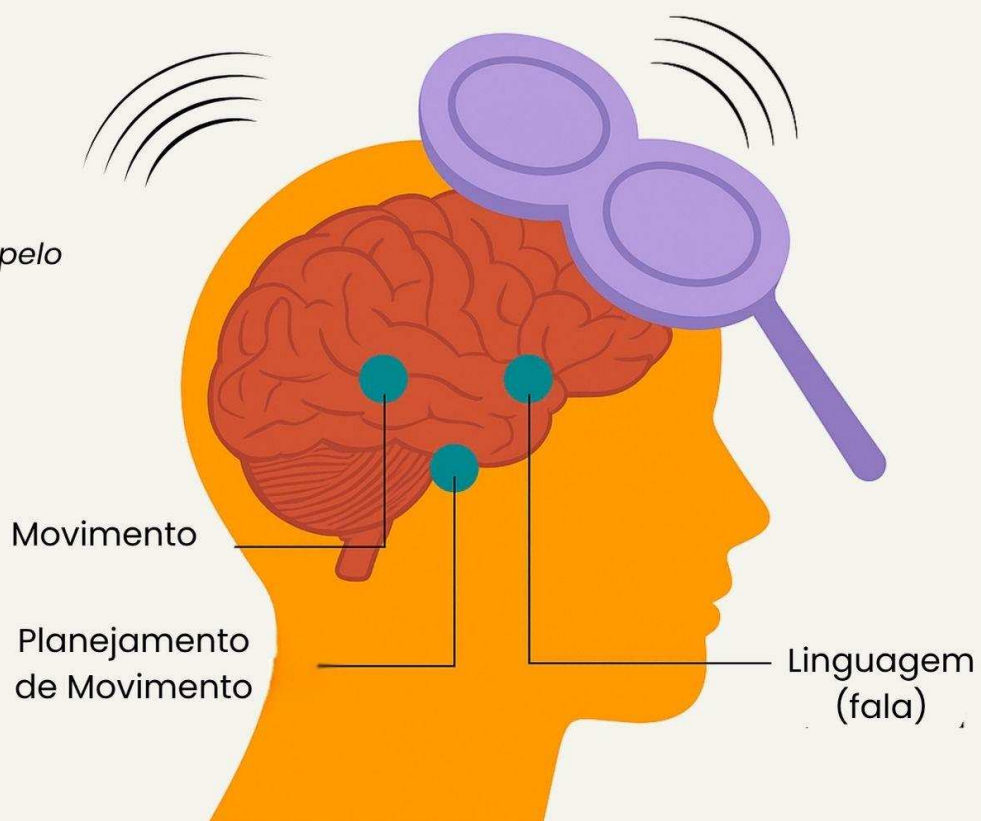
aumenta a
probabilidade
dos neurônios
dispararem

reduz a
probabilidade
dos neurônios
dispararem

TMS

Do inglês *Transportation Management System* (TMS) usa campos magnéticos rápidos para estimular regiões cerebrais específicas sem dor, pulsos magnéticos ativam áreas específicas do cérebro. É utilizada em depressão resistente, dor crônica e reabilitação após AVC.

*mova o
neurônio pelo
cabeça*



INTERFACES CÉREBRO-MÁQUINA

Sinais neurais são traduzidos em comandos para próteses ou computadores. Já permite movimentos refinados e comunicação assistiva.






ÉTICA

Segurança, privacidade, acesso justo e regulação são essenciais para proteger quem recebe neuromodulação.

FUTURO



Próteses sensoriais, implantes para memória e interfaces mente-a-mente já estão em desenvolvimento.

Este material é parte de um projeto acadêmico desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) para fins de divulgação científica em Bioengenharia Neural e Interfaces Cérebro-Máquina.

Autora: Eduarda Daniella Antunes

Orientação: Prof. Awdry Feisser Miquelin

Curso: Licenciatura em Ciências Biológicas

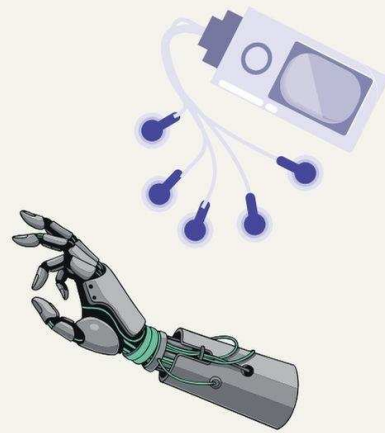
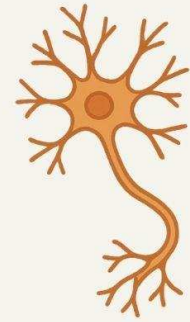
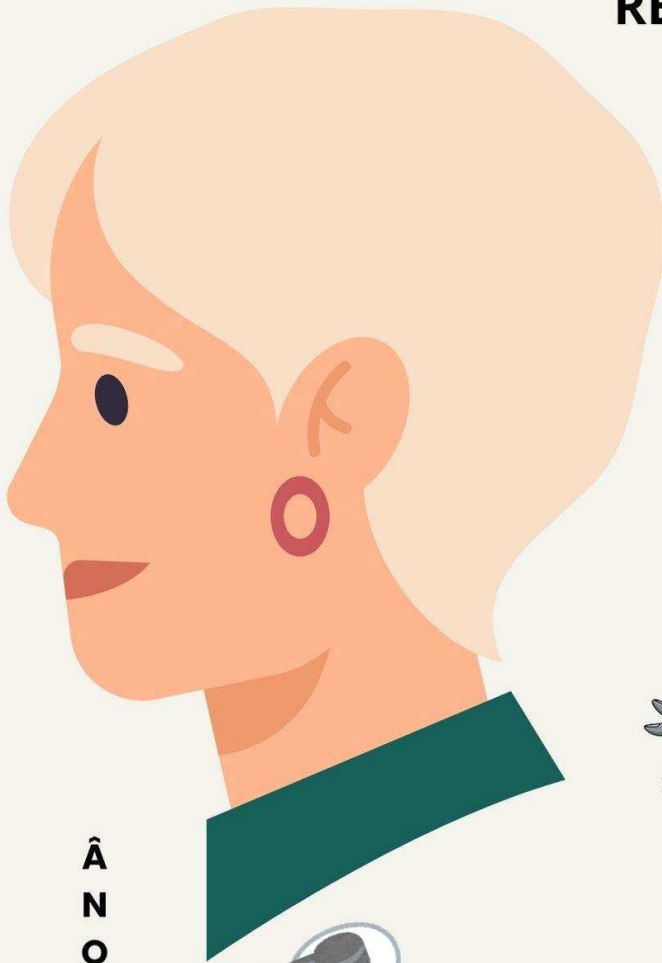
Tema: BIOENGENHARIA NEURAL E ELETROMAGNETISMO: MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DAS INTERFACES CÉREBRO-MÁQUINA

Ano: 2025

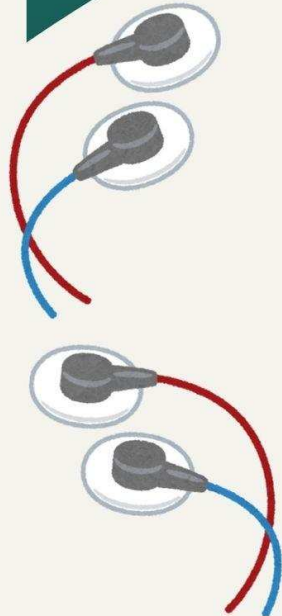
**Acesse o conteúdo completo do TCC:
(QR code)**



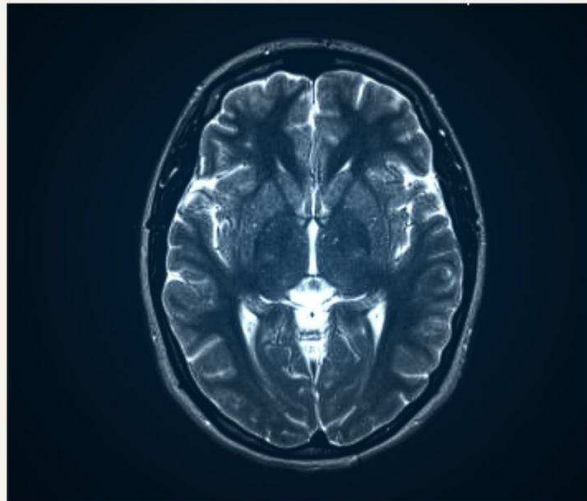
RECORTE



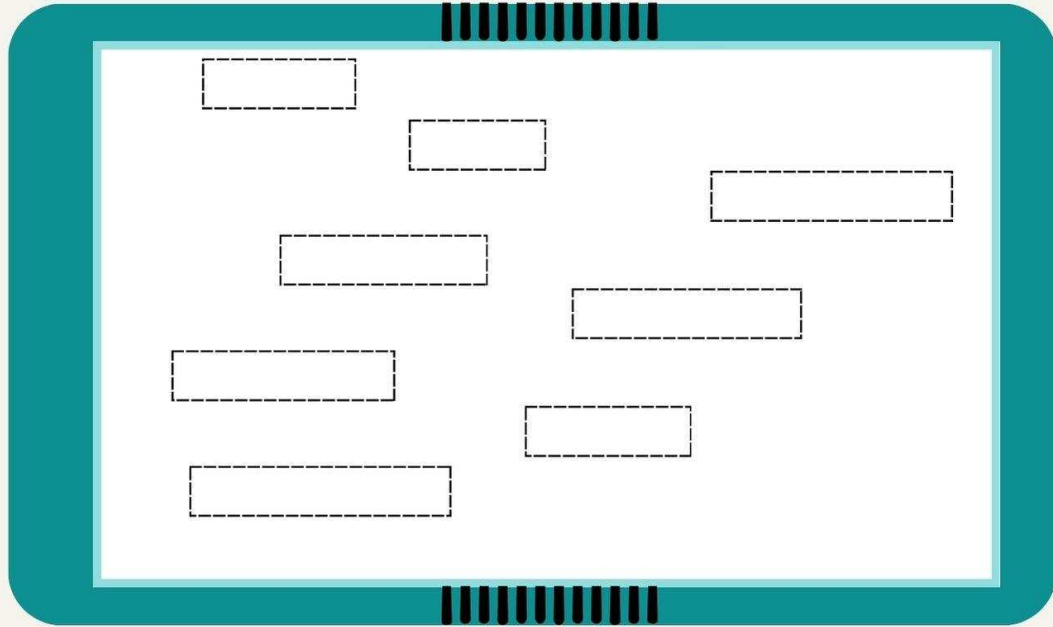
Â
N
O
D
O



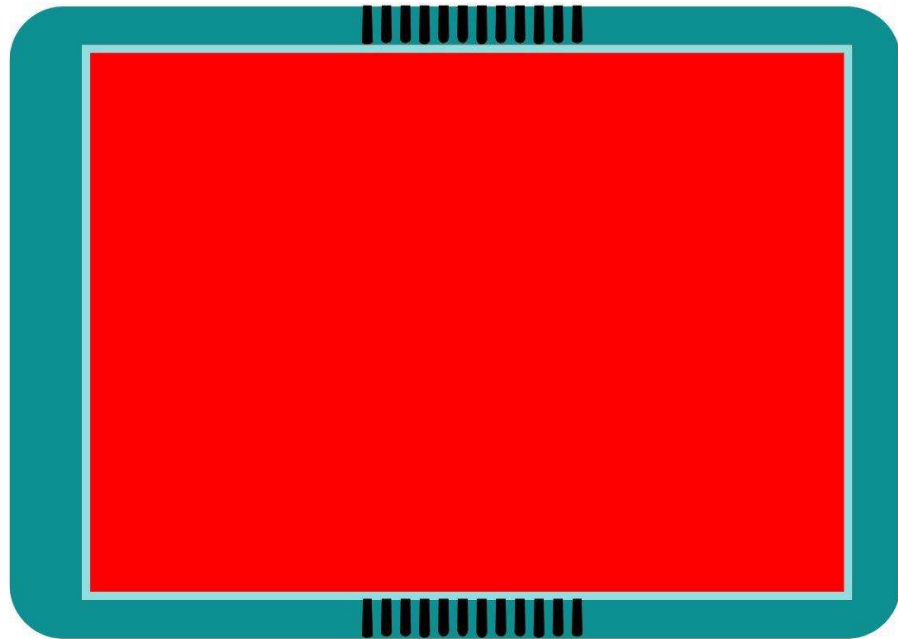
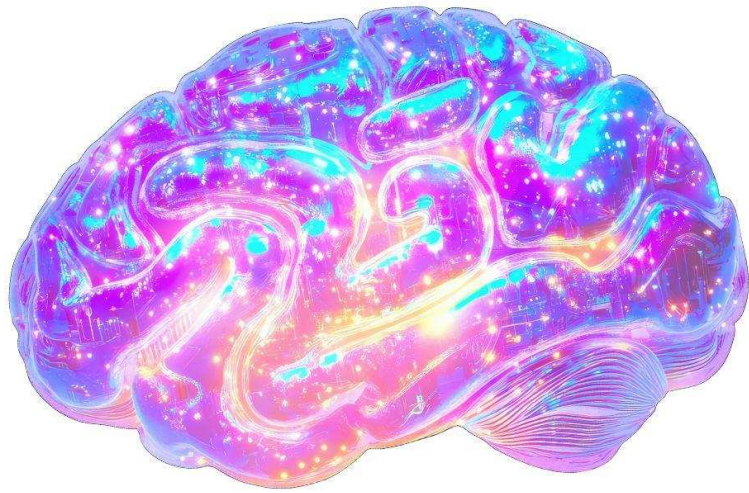
C
Â
T
O
D
O



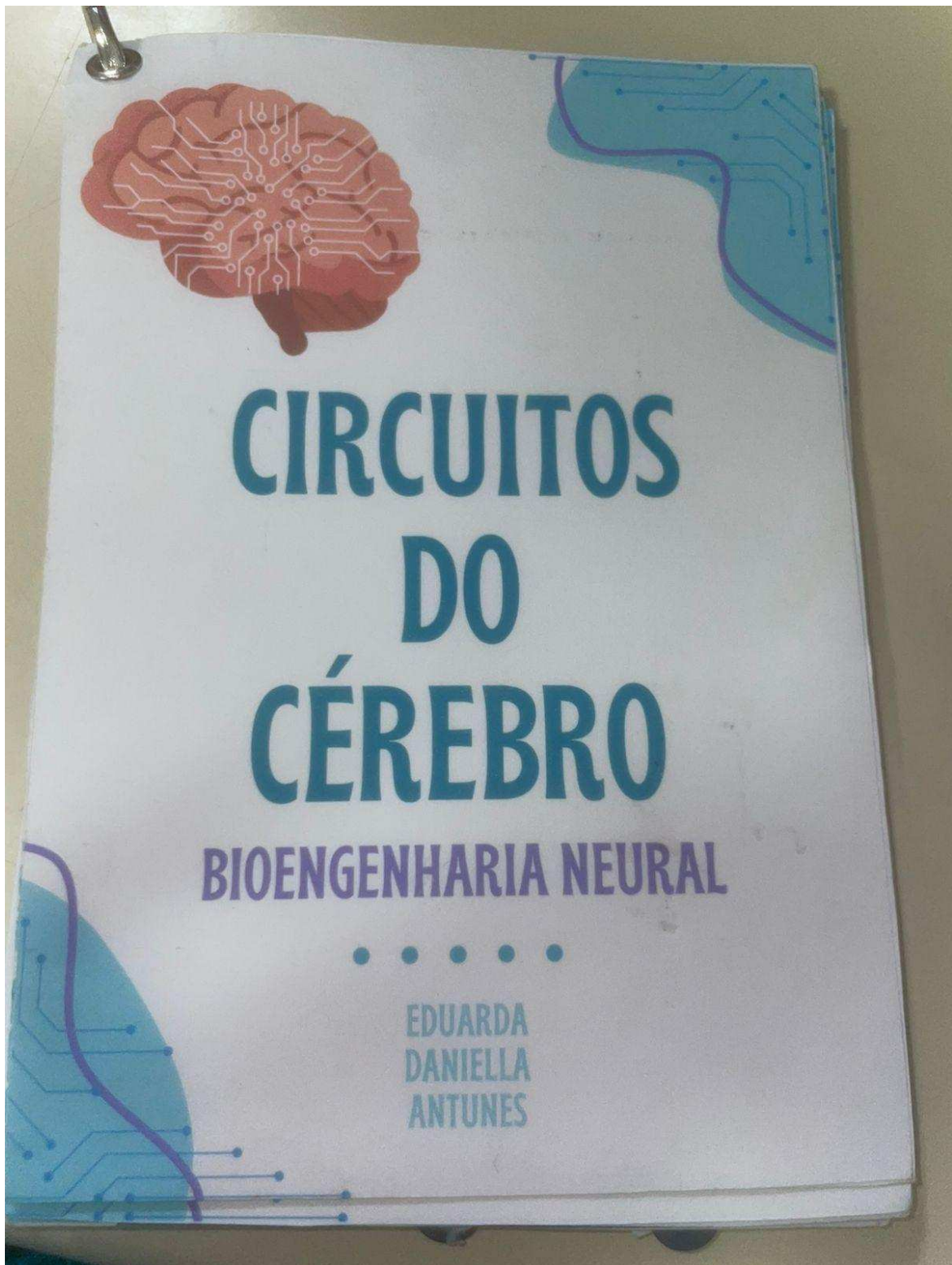
RECORTE



TRANSPARÊNCIA PARA JATO DE TINTA



PARTE 2: Registro da versão física

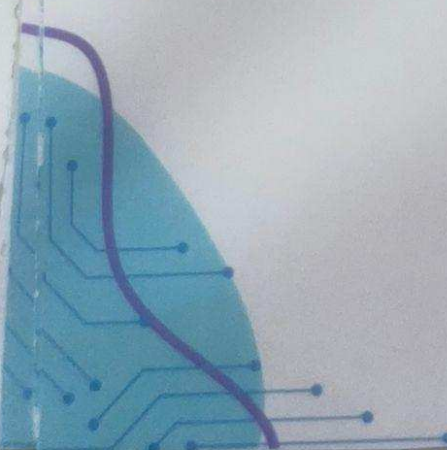


INTRO



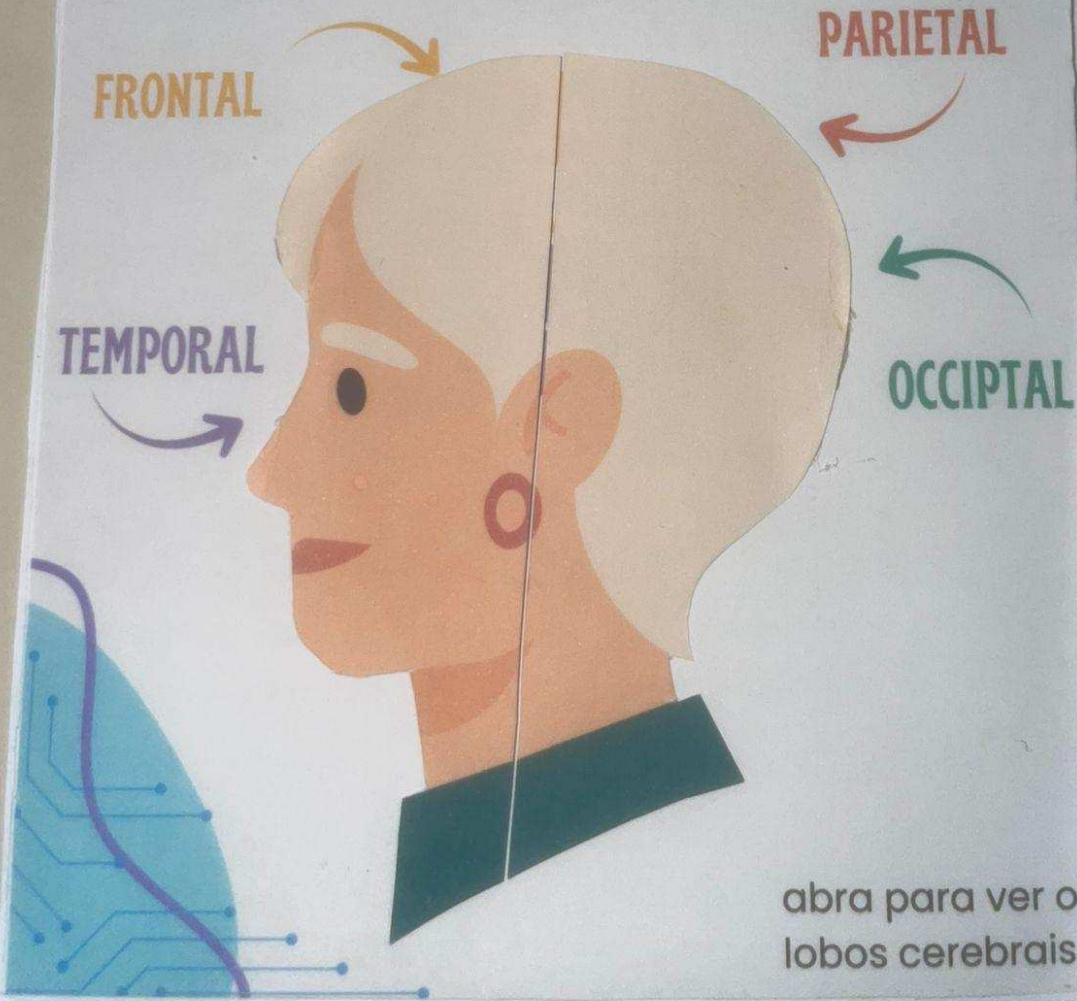
A **atividade elétrica** do cérebro sustenta nossa capacidade de sentir, pensar e agir. Quando essa **comunicação se desequilibra**, por doenças neurológicas, transtornos emocionais ou lesões, surgem dificuldades que impactam a vida.

As **técnicas** apresentadas aqui ajudam a observar, compreender e apoiar o cérebro, favorecendo sua capacidade natural de adaptação e recuperação. Este é um **guia interativo** para o leitor saber como alguns procedimentos neurais funcionam.



BIOENGENHARIA NEURAL

Une biologia e engenharia para criar soluções que restauram funções, comunicam mente-máquina e estimulam regiões cerebrais.

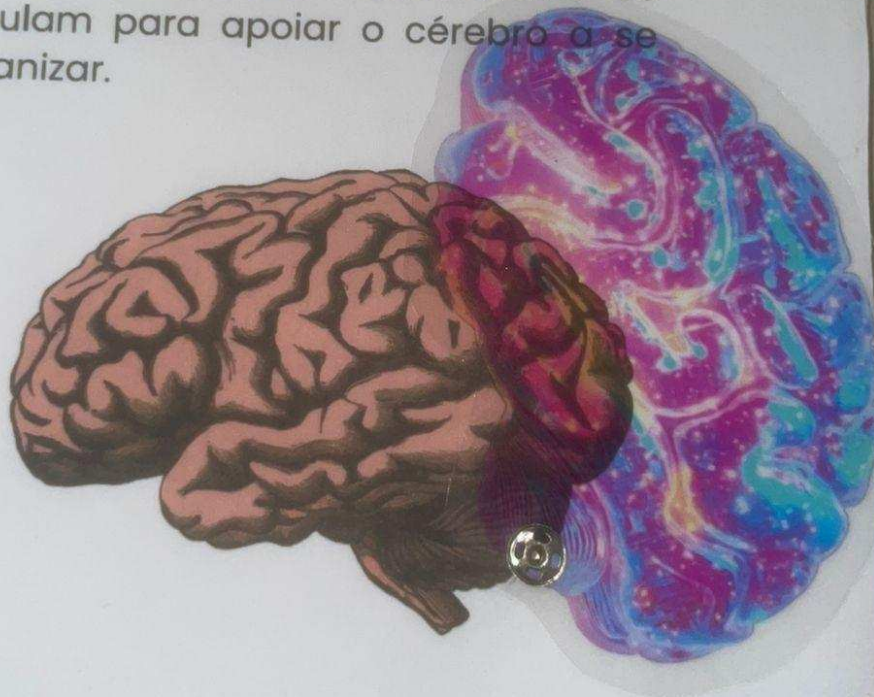


abra para ver os lobos cerebrais

ELETROMAGENTISMO

O cérebro funciona com eletricidade. E toda eletricidade cria um campo magnético, mesmo que seja muito pequeno.

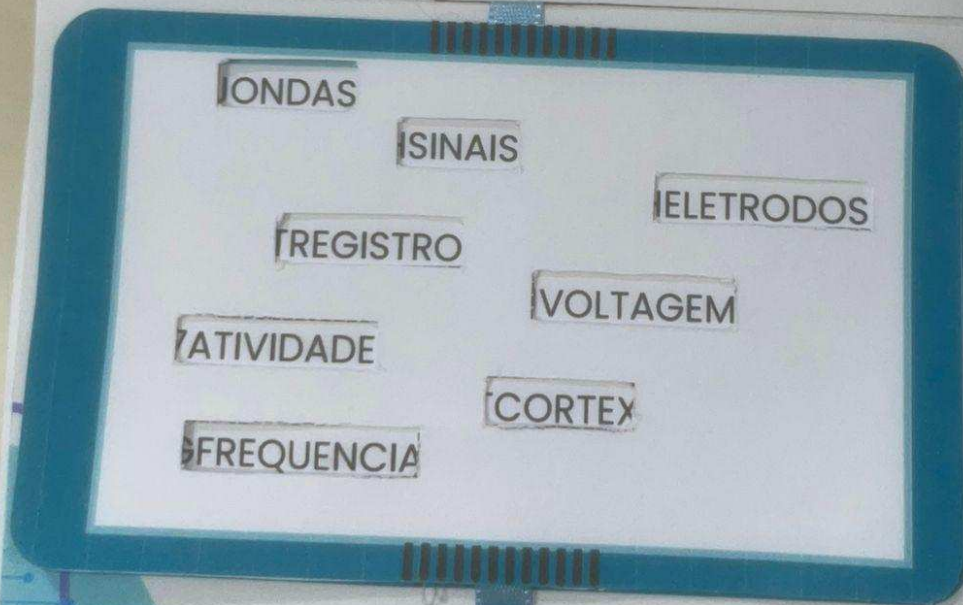
Algumas tecnologias apenas observam esses campos, outras suavemente os estimulam para apoiar o cérebro a se reorganizar.



posicione

EEG

O eletroencefalograma (EEG) registra atividade cerebral por eletrodos no couro cabeludo. Os sinais são muito fracos (microvolts), então precisam ser amplificados e filtrados para remover ruídos. Um gel é usado para melhorar o contato e conduzir sinais neurais.



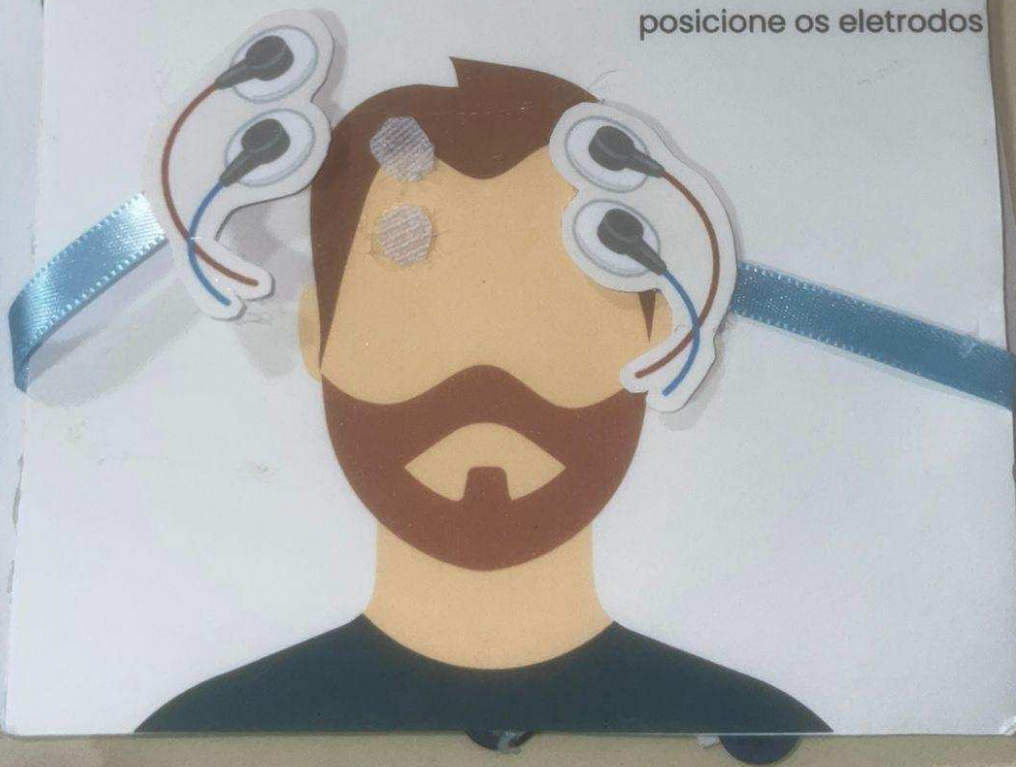
encaixe o de amplificador aqui

**O cérebro pode parecer caótico,
mas a ciência encontra padrões**

ELETRICIDADE CEREBRAL

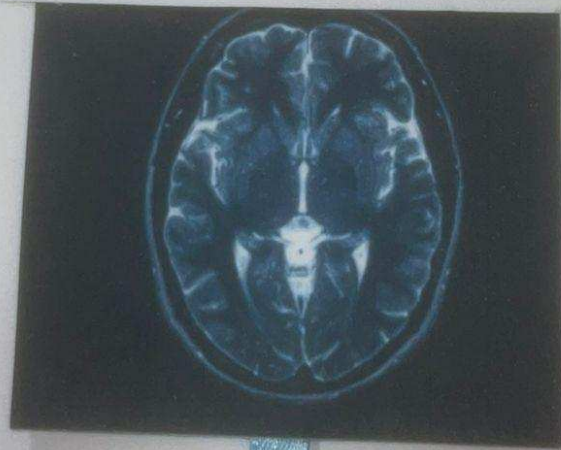
Dentro do cérebro, neurônios trocam pequenos sinais elétricos para criar pensamentos, memórias e emoções. Os eletrodos não substituem essa eletricidade, apenas encostam de forma suave para ouvir ou apoiar esses sinais naturais.

posicione os eletrodos



RM

A Ressonância Magnética (RM) cria imagens do cérebro usando um campo magnético que alinha prótons de hidrogênio no corpo. Quando pulsos são aplicados, eles mudam de orientação e emitem sinais que formam imagens detalhadas.



puxe

tDCS

A Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (tDCS) usa correntes muito fracas para modular a atividade dos neurônios. Dependendo da polaridade, pode facilitar ou inibir sua ativação. É estudada para depressão, AVC, dor crônica e aprendizagem.



Â
N
O
D
O

aumenta a
probabilidade
dos neurônios
dispararem

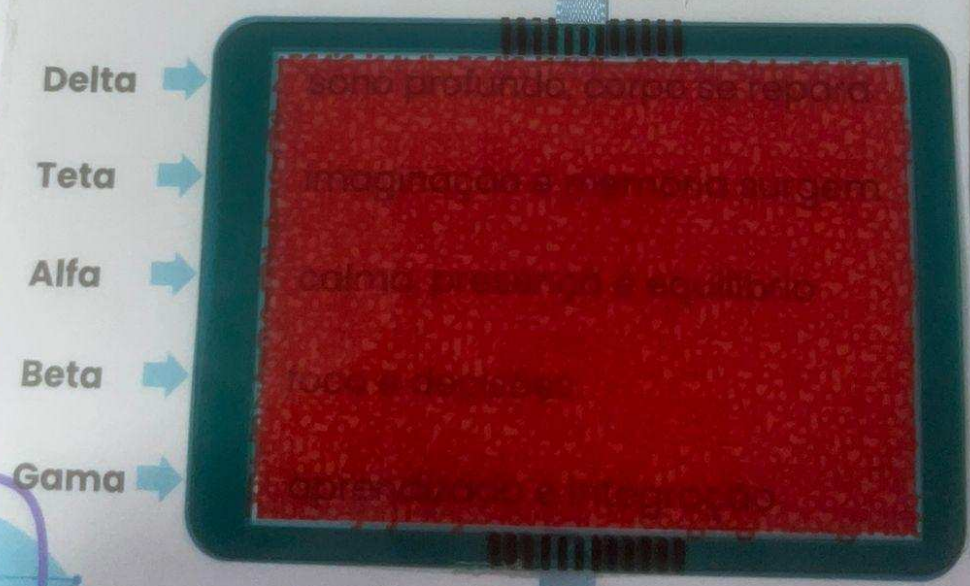
C
Â
T
O
D
O

reduz a
probabilidade
dos neurônios
dispararem

ONDAS CEREBRAIS

O cérebro se comunica por sinais elétricos.

Esses sinais formam ondas com frequências diferentes, cada uma associada a estados mentais específicos.



Delta

Teta

Alfa

Beta

Gama

encaixe o decodificador aqui

Do in
System
rápido
espec
ativar
utiliza
crôni

mova
neurôn
cabeça

TMS

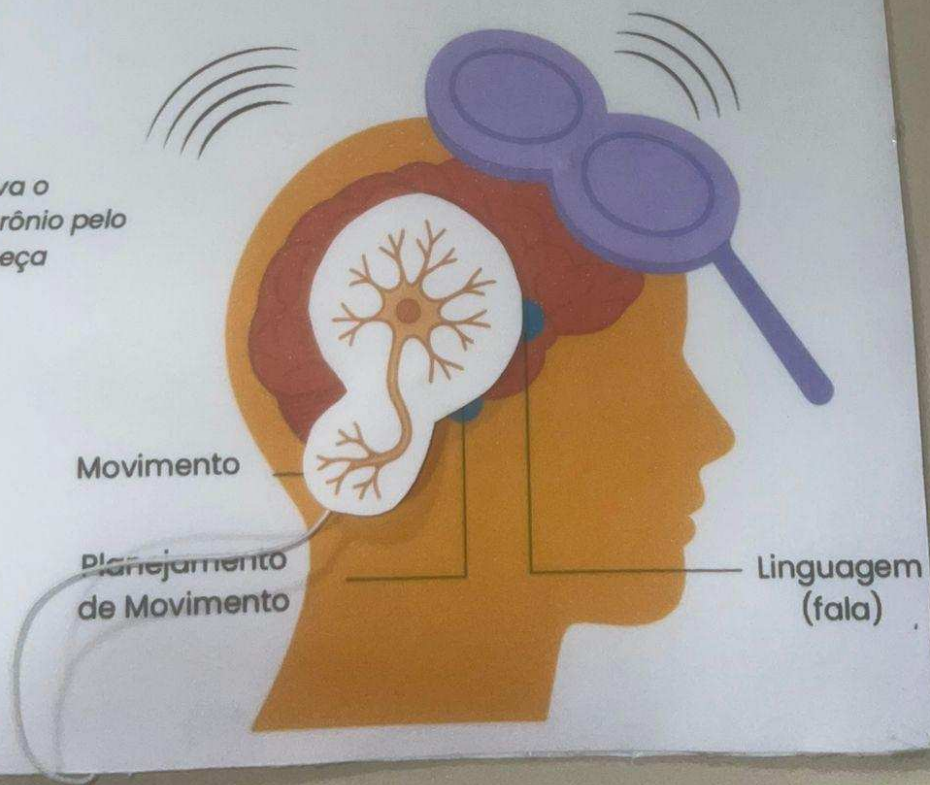
Do inglês *Transportation Management System* (TMS) usa campos magnéticos rápidos para estimular regiões cerebrais específicas sem dor, pulsos magnéticos ativam áreas específicas do cérebro. É utilizada em depressão resistente, dor crônica e reabilitação após AVC.

*mova o
neurônio pelo
cabeça*

Movimento

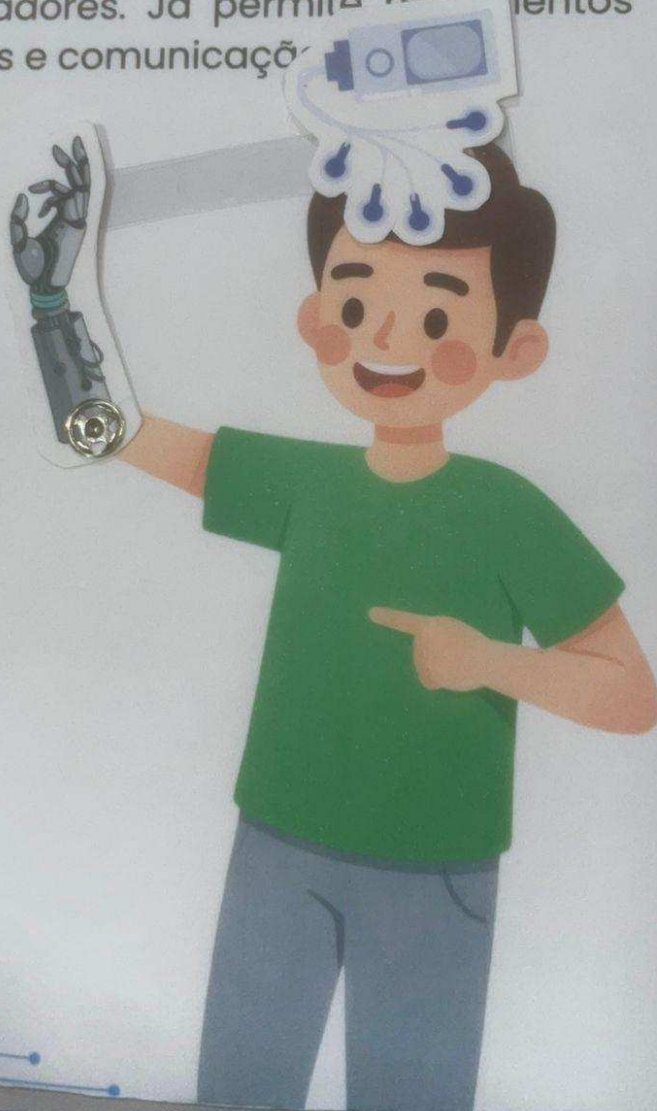
Planejamento
de Movimento

Linguagem
(fala)



INTERFACES CÉREBRO-MÁQUINA

Sinais neurais são traduzidos em comandos para próteses ou computadores. Já permite movimentos refinados e comunicação

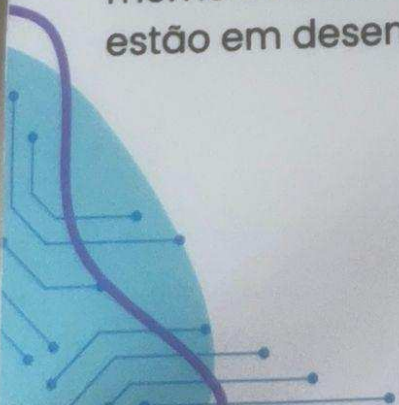




ÉTICA

Segurança, privacidade, acesso justo e regulação são essenciais para proteger quem recebe neuromodulação.

FUTURO



Próteses sensoriais, implantes para memória e interfaces mente-a-mente já estão em desenvolvimento.

Este material é parte de um projeto acadêmico desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) para fins de divulgação científica em Bioengenharia Neural e Interfaces Cérebro-Máquina.

Autora: Eduarda Daniella Antunes

Orientação: Prof. Awdry Feisser Miquelin

Curso: Licenciatura em Ciências Biológicas

Tema: BIOENGENHARIA NEURAL E ELETROMAGNETISMO: MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DAS INTERFACES CÉREBRO-MÁQUINA

Ano: 2025

**Acesse o conteúdo completo do TCC:
(QR code)**



As imagens contidas neste trabalho foram elaboradas pela autora por meio da plataforma Canva.