

# DISPOSITIVO INTEGRADOR ENTRE CADEIRA DE RODAS E FERRAMENTA PARA COLETA E PROCESSAMENTO DE SINAIS

Carlos Alberto Nascimento<sup>1</sup>, Prícilla Karen Suzano<sup>2</sup>, Diana Francisca Adamatti<sup>3</sup>

## Resumo

Deficiências neuromusculares causadas por lesão medular, como a tetraplegia, uma paralisia que gera a impossibilidade de mover todos os membros do corpo, impedem indivíduos de exercer atividades convencionais. Visando facilitar e garantir o acesso a mobilidade desses cidadãos, esse projeto apresenta o conceito de cadeira de rodas elétrica controlada pelos impulsos neurais. É utilizado um dispositivo para coleta de estímulos cerebrais, realizando reconhecimento e filtragem desses sinais, de modo a gerar comandos direcionais para uma cadeira de rodas. A coleta de sinais neurais é realizada por meio da ferramenta de coleta de sinais cerebrais, a touca ActiCHamp em conjunto com um software de processamento de sinais cerebrais em tempo real (OpenViBE). Os microcomputadores Raspberry pi e Arduino são utilizados para processar os dados neurais e realizar a conexão entre o software e a cadeira de rodas. O modo de coleta desses dados gera a possibilidade de aplicação para diversos fins, já que se faz necessário apenas que um indivíduo pense em realizar uma ação que através do software do processamento e filtragem é possível gerar os comandos para diversos fins. Tem-se como objetivo primário para esse caso, criar um dispositivo que permita-os se locomover sem a dependência de um auxiliador.

**Palavras-chave:** OpenViBE. Sinais Cerebrais. Brain Computer Interface (BCI). Cadeira de Rodas. ActiCHamp.

## Abstract

Neuromuscular deficiencies caused by spinal cord injury, such as tetraplegia, a paralysis that generates the inability to move all limbs of the body, prevent individuals from engaging in conventional activities. Aiming to facilitate and guarantee access to mobility of these citizens, this project presents the concept of electric wheelchair controlled by neural impulses. A device is used to collect brain stimuli, performing recognition and filtering of these signals, in order to generate directional commands for a wheelchair. The collection of neural signals is performed through the brain signal collection tool, the ActiCHamp cap in conjunction with real-time brain signal processing software (OpenViBE). The Raspberry pi and Arduino microcomputers are used to process the neural data and make the connection between the software and the wheelchair. The way of collecting these data generates the possibility of application for several purposes, since it is only necessary that an individual thinks about performing an action that through the processing and filtering software it is possible to generate the commands for various purposes. The main objective of this case is to create a device that allows them to move around without dependence on a helper.

**Keywords:** OpenViBE. Cerebral Signs. Brain Computer Interface (BCI). Wheelchair. ActiCHamp.

<sup>1, 2, 3</sup>Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Brasil

<sup>1</sup>E-mail: calosnascimento@furg.br

<sup>2</sup>E-mail: pricillakaren@furg.br

## 1 Introdução

Indivíduos com deficiências neuromusculares, em especial as causadas por lesão medular, possuem uma condição de insuficiência parcial ou total do funcionamento da medula espinhal decorrente da interrupção dos tratos nervosos motor e sensorial deste órgão. Essa condição pode levar a alterações nas funções motoras e déficits sensitivos, superficial e profundo nos segmentos corporais localizados abaixo do nível da lesão. Além de alterações viscerais, autonômicas, disfunções vasomotoras, esfinterianas, sexuais e tróficas (CEREZETTI, 2012).

Sabendo que o modo de locomoção desses indivíduos é dado de forma distinta das de pessoas que não possuem tais deficiências, se faz necessário o desenvolvimento de um meio diferente de identificação de comandos locomotores. O modo utilizado para esse projeto é dado fazendo o uso de um dispositivo de BCI.

BCI (Brain-Computer Interface) ou interface cérebro-computador é a tecnologia que traz uma opção de comunicação para pessoas com deficiências neuromusculares que são impedidas de exercer atividades convencionais de comunicação aumentativa. A BCI fornece a esses usuários canais de comunicação que não dependem dos nervos e músculos periféricos (WOLPAW, 2000). É um sistema de comunicação que permite ao usuário enviar comandos para um computador por meio de variações de atividade cerebral, que por sua vez são medidas e processadas pelo sistema (RENARD, 2010). Assim, seu objetivo imediato é fornecer a esses usuários que podem estar completamente paralisados, ou “bloqueados”, capacidades básicas de comunicação de forma que possam expressar seus desejos aos cuidadores e operar programas de processamento de texto ou neuropróteses (WOLPAW, 2002). A identificação e processamento dos sinais cerebrais é realizada através do método Steady State Visually Evoked Potential (SSVEP), ou potenciais visualmente evocados no estado de equilíbrio (ISCAN; NIKULIN, 2018).

Neste projeto é utilizado a conexão com uma cadeira de rodas, visto que o objetivo

principal é tornar possível a locomoção independente de um indivíduo completamente paralisado, sabendo que o mesmo está inviabilizado de usar outros meios de controle da cadeira, tais como botões e joystick. Diferente dos dispositivos de interação humano-computador tradicionais, como mouse e teclado, sistemas BCI estabelecem um canal de comunicação direto entre o cérebro e o computador, necessitando minimamente, ou até mesmo não necessitando, de movimentação muscular (WOLPAW, 2000).

Este faz parte de um projeto maior, onde em (NASCIMENTO; NASCIMENTO; ADAMATTI, 2018) é apresentada a primeira modelagem do protótipo. Este artigo apresenta como alterações mudanças na metodologia proposta, com a troca de ferramentas de software e hardware, bem como a explicação do módulo BCI-SSVEP, para reconhecimento do movimento correto a ser realizado.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: na seção 2 é apresentada a metodologia de todo o trabalho desenvolvido, bem como todas as ferramentas de software e hardware escolhidas e como foram configuradas e/ou implementadas neste projeto. Na seção 3 são apresentadas as conclusões até o momento, bem como os próximos passos para a conclusão do trabalho proposto.

## 2 Metodologia

Para leitura dos dados cerebrais será feito o uso da touca de eletroencefalograma (EEG) ActiCHamp, posicionada no couro cabeludo onde 10 eletrodos são inseridos de modo não invasivo para fazer o contato com o cérebro do indivíduo. O actiCHamp (amplificador de canal ativo) é um amplificador de 24 bits que pode ser usado com 32, 64, 96, 128 e 160 canais EEG. Estão integradas no módulo básico do amplificador 8 entradas adicionais AUX. Os canais AUX podem ser usados com uma gama completa de sensores bio-sinais, tais como respiração, aceleração, temperatura, pulso de sangue, fotossensor, microfones, etc (ACTI-CHAMP, 2018).

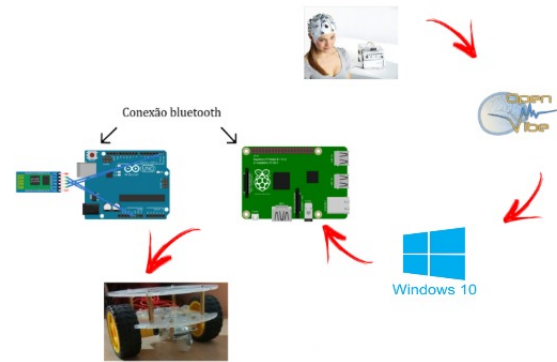
A leitura dos dados coletados é realizada pelo software OpenViBE, uma plataforma dedicada a projetar, testar e usar interfaces cérebro-computador. É projetado para diferentes tipos de usuários: desenvolvedores de RV, clínicos, pesquisadores de BCI, etc (RENARD et al. 2010).

O OpenVibe é usado para aplicações de neurociências em tempo real, isto é, para processamento em tempo real de sinais cerebrais. Pode ser usado para adquirir, filtrar, processar, classificar e visualizar sinais cerebrais. É um software livre e de código aberto, que funciona nos sistemas operacionais Windows e Linux (OPENVIBE, 2018).

Foi escolhido o sistema operacional Windows 10 para executar o software. Apesar de ser um sistema operacional que demanda de mais processamento, memória e espaço interno que o Ubuntu, tal escolha foi necessária devido a uma série de incompatibilidades com o OpenViBE. Também se fez necessário o uso de um arquivo de swap de tamanho 8 gb para auxiliar na execução do sistema, visto que a quantidade de memória do microcomputador usado, é limitada. Esse arquivo está hospedado em um micro SD Samsung Evo+ classe 10 de 32 gb, possibilitando uma maior velocidade de leitura e escrita.

O microcomputador utilizado para hospedar o sistema operacional é a placa Raspberry pi 3 modelo B. Foi desenvolvida uma aplicação, na linguagem de programação Python, para enviar dados direcionais através de conexão bluetooth para uma placa Arduino UNO, que fica responsável por realizar a movimentação de um protótipo de cadeira de rodas. Em conjunto com o OpenViBE é executado a aplicação desenvolvida em Python responsável por toda a identificação, filtragem, processamento das ondas cerebrais e conexão dos microcomputadores que estão sendo utilizados. A figura 1 apresenta a esquemática dos componentes utilizados nesse projeto.

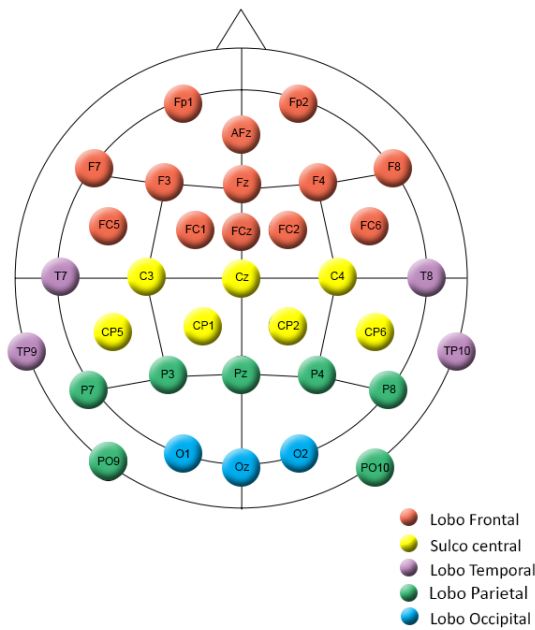
A identificação e processamento dos sinais cerebrais é realizada através do método Steady State Visually Evoked Potential (SSVEP), ou potenciais visualmente evocados no estado



**Figura 1:** Esquemática do hardware e software utilizados.

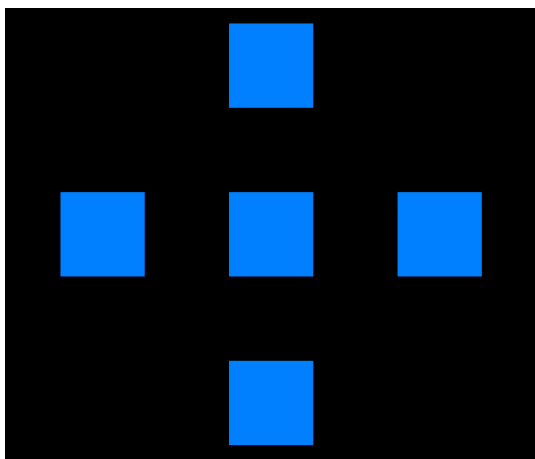
de equilíbrio. São sinais gerados por estímulos visuais luminosos piscando em determinadas frequências constantes. Quando a retina recebe um estímulo visual luminoso que varia de 3,5 Hz a 75 Hz o cérebro tende a gerar atividade elétrica com a mesma frequência ou em frequências múltiplas as do estímulo. Tal método permite o uso de um número menor de eletrodos, já que se faz necessário realizar a leitura somente na região do lobo occipital e parietal, que é a área do cérebro responsável pela visão. Deixa-se de usar os 32 eletrodos da touca para usar em torno de 10. A figura 2 abaixo ilustra essa asserção onde serão utilizados os eletrodos nas O1, O2, Oz, ilustrados na tonalidade azul e P3, P4, P7, P8, P9, P10 e Pz, ilustrados na tonalidade verde.

O sistema BCI-SSVEP recebe os estímulos visuais, que são reproduções de caixas luminosas em frequências específicas, estes estímulos são identificados por causarem picos de sinal cerebral. Cada estímulo provoca uma reação no cérebro em uma frequência que controla determinada aplicação BCI, tais como, movimentar para frente, trás, direita, esquerda e parar. O usuário apenas deve focalizar a atenção para o estímulo correspondente a ação desejada para que o sistema realize o movimento na cadeira de rodas. A figura 3 apresenta a tela utilizada para produzir os estímulos visuais. Estes estímulos gerados possuem frequências em valores primos, evitando que o usuário sofra algum tipo de estímulo externo que possua uma frequência similar a dos comandos di-



**Figura 2:** Ilustração das regiões que cada grupo de eletrodo captura. (BASTOS; ADAMATTI; CARVALHO, 2015)

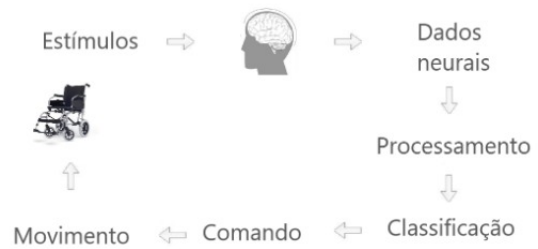
recionais.



**Figura 3:** Caixas luminosas utilizadas para produzir os estímulos visuais em frequências específicas.

A etapa de classificação das frequências na qual o indivíduo está mantendo a concentração é realizada pelo BCI-SSVEP. É utilizado os dados adquiridos pela etapa de estímulos visuais, possibilitando dessa forma a classificação do comando associado à frequência específica que foi identificada. A figura 4 explica o fun-

cionamento do sistema BCI-SSVEP.



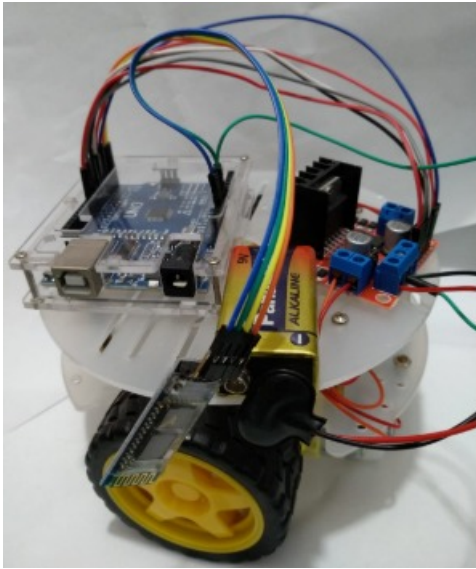
**Figura 4:** Funcionamento do sistema BCI-SSVEP.

Com o uso desse método tem-se a vantagem da dispensabilidade de treinamento, que necessitaria de uma dispendiosa carga de tempo para ser realizado. É um método que necessita de menor quantidade de eletrodos, demandando assim de uma capacidade menor de processamento realizado pelo hardware.

Para fins de teste, o modelo da cadeira de rodas utilizado foi montado com um plataforma motorizada para Arduino. O kit é composto por um Arduino UNO, dois motores DC que realizam a movimentação das rodas, uma ponte H L298N responsável pela distribuição de energia para os motores e um módulo bluetooth (Módulo Bluetooth RS232 HC-05) que permite a comunicação entre o Raspberry pi e o Arduino. Todo o esquema é alimentado por duas baterias de 9V. O protótipo da cadeira de rodas pode ser visto na figura 5.

### 3 Conclusões e Próximos Passos

A tecnologia BCI possibilita a interação com máquinas e sistemas. É uma ferramenta que pode ser usada para facilitar tarefas do dia a dia para indivíduos com dificuldades de mobilidade, mas seu uso não se resume a parcela da população que possui tais deficiências, visto que pode também ser usada por qualquer indivíduo, em funções diárias ou interfaces de jogos neurais para treinamento. Sistemas BCI já permite adaptar máquinas, produtos e sistemas a populações com dificuldades de mobilidade para melhorar seu desempenho, transformando deficiências em meras diferenças na



**Figura 5:** Protótipo da cadeira de rodas utilizado para testes.

execução, mas com desempenho médio semelhante ao das pessoas saudáveis (HEIDRICH et al., 2015).

O microcomputador Raspberry pi processa os dados neurais e realiza comunicação com o Arduino, que é responsável por controlar os movimentos da cadeira de rodas. Os dados precisam ser recolhidos e tratados em tempo real para obter maior precisão dos movimentos e maior confiabilidade para o usuário. Como próximos passos, vislumbra-se melhorar a segurança da locomoção na cadeira de rodas, e serão estudados sensores de proximidade à serem acoplados aos microcomputadores, assim como outros dispositivos de segurança em hardware e software. Outra etapa são testes em uma cadeira de rodas automática real. Para tanto, está se definindo a parceira com uma empresa de cadeira de rodas automatizadas para ter-se o hardware de testes.

## Referências

ACTICHAMP. *Brain Vision LLC: Solution for neurophysiological research*. Disponível em: <<https://brainvision.com/actichamp.html>>. Acesso em Julho 2018, 2018.

BASTOS, N. S.; DE CARVALHO, F. A. H.;

ADAMATTI, D. F.. *Ensino de Lógica de Programação no Ensino Médio e suas implicações na Neurociências*. Trabalho de Conclusão de Curso, Sistemas de Informação. Universidade Federal do Rio Grande, 2015.

CEREZETTI, C. R. N.. *Lesão Medular Traumática e estratégias de enfrentamento: revisão crítica*. São Paulo, 2012.

HEIDRICH, R. O.; JENSEN, E.; REBELO, F.; OLIVEIRA, T.. *A comparative study: use of a Brain-computer Interface (BCI) device by people with cerebral palsy in interaction with computers*: Anais da Academia Brasileira de Ciências. 87(4), 1929-1937. Epub Outubro, 2015.

ISCAN, Z.; NIKULIN, V. V.. *Steady state visual evoked potential (SSVEP) based brain-computer interface (BCI) performance under different perturbations*. PLoS One,13(1), 2018.

NASCIMENTO, C. A.; NASCIMENTO, P. K. ADAMATTI, D. F.. *Dispositivo para Coleta e Processamento de Sinais Cerebrais e sua Integração a Cadeira de Rodas*: Conferência Sul de Modelagem Computacional. McSul 2018. p. 283-290.

OPENVIBE. *Software for Brain Computer Interfaces and Real Time Neurosciences*. Disponível em: <<http://openvibe.inria.fr/discover/>>. Acesso em Julho 2018, 2018.

RENARD, Y; LOTTE, F.; GIBERT, G.; CONGEDO, M.; MABY, E.. *OpenViBE: An Open-Source Software Platform to Design, Test and Use Brain-Computer Interfaces in Real and Virtual Environments*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. Massachusetts Institute of Technology Press (MIT Press), 19 (1), 2010. p.35-53.

WOLPAW J.R.. *Brain-computer interface technology: a review of the first international meeting*. Laboratory of Nervous System Disorders, Wadsworth Center, Albany, USA, 2000.

WOLPAW J.R.. *Brain-computer interfaces for communication and control*. Laboratory of Nervous System Disorders, NY, USA, 2002.