

## **SISTEMA PARA RECONHECIMENTO DE ONDAS CEREBRAIS E INTERAÇÃO COM AMBIENTE VIRTUAL**

Luccas de Souza Silva

Prof. Dalton Solano dos Reis – Orientador

### **1 INTRODUÇÃO**

O campo da eletroencefalografia cresceu dramaticamente nas últimas décadas. O advento de equipamentos mais engenhosos e inovadores, com melhor arquivamento e manipulação de dados, revolucionou a maneira como estes procedimentos médicos são realizados e interpretados (QUINONEZ, 1998, p. 1, tradução nossa). Essa tecnologia não é presente apenas em hospitais, mas também em laboratórios e centros de pesquisa.

Segundo Casson et al (2010, p. 1) o eletroencefalograma (EEG) é um clássico método não invasivo utilizado para medir as ondas cerebrais de uma pessoa, e é usado em diversas áreas, como o estudo de epilepsias e distúrbios do sono às interfaces cérebro-máquina. Até então, esses procedimentos de EEG eram realizados em pacientes internados, em máquinas grandes, com gravações de vídeo e longos cabos conectados a amplificadores de sinais e gravadores. Também segundo Casson et al (2010, p. 1) o equipamento de EEG vestível, pequeno e utilizado apenas na cabeça no paciente, é visto como uma evolução dos equipamentos de unidades ambulatoriais, que já tentavam ser menores, podendo gravar informações por dias, semanas ou meses. Esses pequenos equipamentos permitem prolongar o monitoramento de condições crônicas como epilepsia, além da melhor aceitação de sistemas com interfaces cérebro-máquina.

Um sistema de Interface Cérebro-Máquina (ICM) é uma forma de comunicação que permite usuários a controlarem dispositivos e aplicações sem se movimentar. Esse tipo de sistema obteve sucesso não apenas por ajudar pessoas com deficiências, mas também por permitir uma entrada a mais de informação para controle de jogos e aplicações de realidade aumentada. Equipamentos de EEG para área médica são utilizados em hospitais e laboratórios há bastante tempo. A disponibilidade de equipamentos de EEG mais baratos permitiu que essa tecnologia fosse adquirida e utilizada em situações e ambientes mais informais, como escolas e casas. Os benefícios desses equipamentos são o preço e facilidade de uso (MASKELIUNAS et al, 2016, p. 2, tradução nossa).

Anupama, Cauvery e Lingaraju (2012, p. 5-6) relata que com o passar dos anos, diversos experimentos de prova de conceito demonstraram como pessoas incapazes de se mover fisicamente podem utilizar ICMs, baseados em equipamentos de EEG, para controlar

robôs, selecionar informação e até soletrar palavras. Uma das desvantagens é a captação e tratamento dos sinais e estímulos captados pelo equipamento de EEG, onde usuários necessitam ser treinados para conseguir realizar as tarefas e interagir corretamente com o ambiente. Parte da dificuldade presente em diversos estudos, e de interessados na área de ICM, é exatamente a parte de monitoramento dos estímulos para treinamento do usuário.

Diante do exposto, este trabalho propõe um sistema para monitoramento e utilização de ondas cerebrais em um ambiente virtual. Este sistema permitirá que estudos sobre interfaces cérebro-máquina sejam mais facilmente realizados.

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é disponibilizar um sistema para monitoramento de ondas cerebrais de usuários, utilizando um equipamento de EEG, com interação em ambiente virtual.

Os objetivos específicos são:

- a) disponibilizar um cenário de testes onde sinais e comandos captados pelo equipamento de EEG são utilizados para interação com o ambiente virtual;
- b) permitir que o usuário treine seus próprios comandos para serem utilizados no ambiente virtual;
- c) registrar um histórico dos dados captados durante os cenários de teste relacionados ao paciente.

## 2 TRABALHOS CORRELATOS

São apresentados três trabalhos correlatos, que possuem características e objetivos semelhantes à proposta deste trabalho. O primeiro aborda um estudo onde as ondas cerebrais de uma pessoa tetraplégica são utilizadas para movimentar uma cadeira de rodas em um ambiente virtual (LEEB et al, 2007). O segundo descreve o NeuroPhone (CAMPBELL et al, 2010), uma aplicação para iPhone onde as ligações telefônicas são realizadas através de uma interface cérebro-máquina utilizando o equipamento EPOC. Por fim, o terceiro detalha um sistema que permite soletrar palavras utilizando um teclado de computador com luzes LED que são reconhecidas através da atenção captada por um equipamento de EEG (HWANG et al, 2012).

## 2.1 SISTEMA PARA MOVIMENTAR CADEIRA DE RODAS

Leeb et al (2007) desenvolveram um estudo onde as ondas cerebrais de uma pessoa tetraplégica são usadas para movimentar uma cadeira de rodas em um ambiente virtual. O objetivo do estudo era demonstrar que as ondas cerebrais de uma pessoa tetraplégica podem ser usadas para controlar os movimentos de uma cadeira de rodas em um ambiente de realidade virtual.

O participante do estudo era um homem tetraplégico de trinta e três anos. Após um ferimento na medula espinhal em 1998, ele ficou com uma lesão motora e sensorial completa abaixo da C5 e parcial abaixo da C4. Durante um período de aproximadamente 4 meses ele realizou um treino intensivo para controlar um Graz-BCI. Segundo Pfurtscheller et al (2003) “A interface cérebro-máquina (BCI) Graz é um sistema baseado em estímulos que utiliza imagens de ações motoras como tarefa mental apropriada”. Um dos estímulos treinados durante esse período, a imaginação de movimento dos pés, foi utilizado durante esse estudo.

Durante o estudo o participante, com sua cadeira de rodas, foi colocado em uma sala no meio da projeção do ambiente e um sistema para localizar a posição da cabeça. O ambiente era projetado à sua frente e aos lados, enquanto o participante vestia uma touca com eletrodos. O ambiente virtual era uma rua com lojas em ambos os lados e 15 personagens virtuais, ou avatares, ao longo da rua. Na Figura 1 pode-se observar o participante do estudo no ambiente preparado.

O objetivo do participante era se mover de avatar para avatar em direção ao fim da rua virtual, utilizando para isso a imaginação de movimento dos seus pés. Apenas quando o limiar de detecção do sinal fosse ultrapassado que o participante se moveria para frente. Cada vez que se aproximasse de um avatar, o participante deveria parar a movimentação bem perto dele. Cada avatar era envolto de uma esfera de comunicação invisível, e o participante precisava parar dentro desta esfera. Se o participante permanecesse parado dentro da esfera de comunicação do avatar por aproximadamente 1 segundo, o avatar iniciaria uma conversa. A Figura 2 ilustra o trajeto e objetivo do participante.

Segundo os autores, a interação do participante com os avatares, através da comunicação e aparência do ambiente, permitiram que o experimento fosse diverso e distrativo. Também segundo os autores, a importância desse tipo de experimento é dada pela forma como o desenvolvimento de habilidades, conhecimentos e experiências em ambientes virtuais afetam comportamentos e performances no mundo real, além de reforçar a criação de

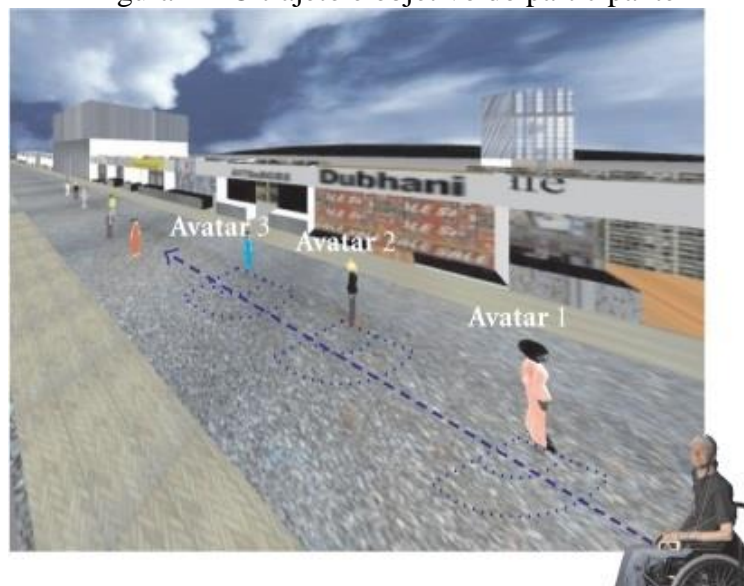
conexões neurais através de imaginação, visualização e intenções de movimentação de membros paralisados.

Figura 1 – Visualização do ambiente do estudo



Fonte: Leeb et al (2007).

Figura 2 – O trajeto e objetivo do participante



Fonte: Leeb et al (2007).

## 2.2 NEUROPHONE

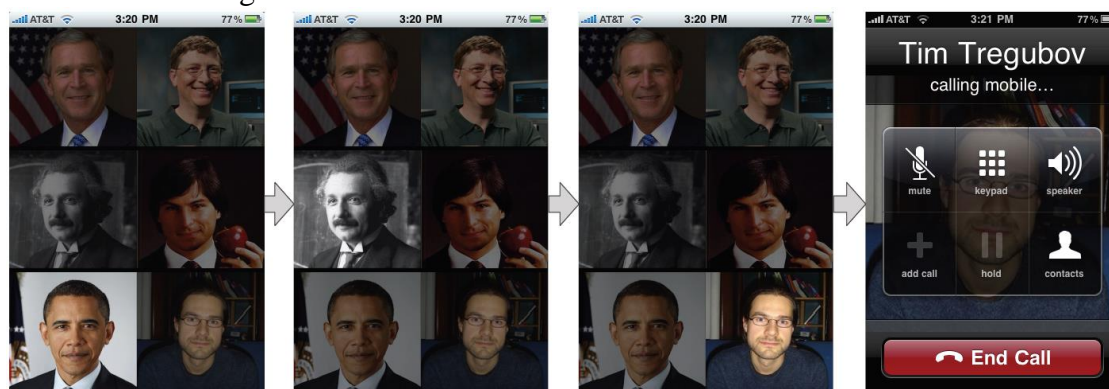
O NeuroPhone (CAMPBELL et al, 2010) é uma aplicação para iPhone que utiliza ondas cerebrais para controlar uma agenda de contatos e discador de telefone. Um equipamento de EEG transmite sinais para o telefone, que executa nativamente, em plano de fundo, um classificador de sinais sonoros. Enquanto isso o telefone exibe uma sequência de fotos dos contatos da agenda telefônica e um Potencial Auditivo de Longa Latência (P300), um pulso de cerca de 300 milissegundos, é executado quando a foto selecionada corresponde

à pessoa para quem o usuário deseja telefonar. Quando a aplicação executa o P300, o classificador detecta o sinal e telefone automaticamente disca para o contato selecionado. A Figura 3 exibe o visual da aplicação e seu funcionamento.

A aplicação desenvolvida possui também um modo onde ao invés do P300, o NeuroPhone seleciona o contato através da detecção das piscadas do olho do usuário. Através dessas diferenças os autores demonstraram que detectar as piscadas do olho do usuário foi o método de seleção de contato com mais precisão. Segundo eles, um P300 é mais suscetível a ruídos externos, principalmente enquanto o usuário está se movendo. Nesses casos, a falta de resposta do sistema tornou a experiência do usuário frustrante.

Os autores afirmaram que o NeuroPhone, considerando seu equipamento e funcionamento, serve mais como um protótipo de baixo custo. Eles também afirmam que sua existência é apenas mais um passo no desenvolvimento da área, permitindo descobrir novas oportunidades e desafios a serem superados.

Figura 3 – Visual do NeuroPhone e seu funcionamento



Fonte: Campbell et al (2010).

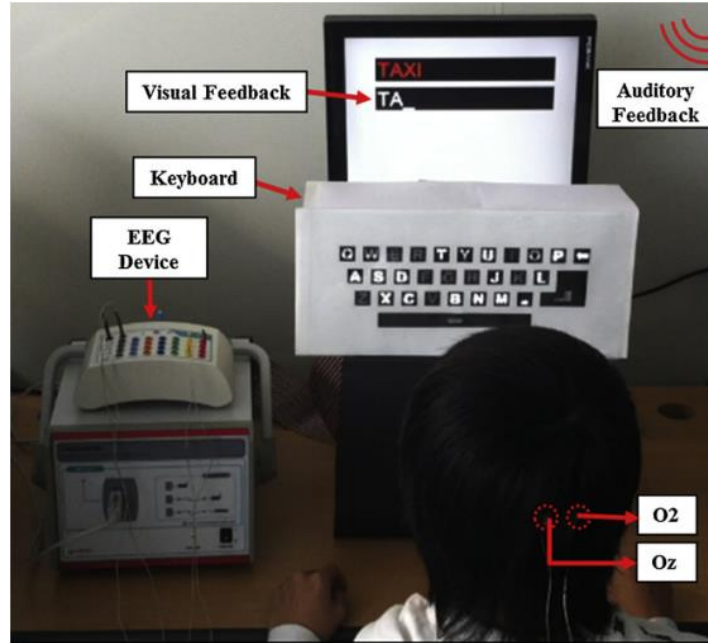
## 2.3 SISTEMA DE SOLETRAÇÃO DE PALAVRAS

Hwang et al (2012) desenvolveram um estudo onde introduziram um sistema para soletração de palavras, onde um teclado é posicionado à frente do usuário com um LED para cada tecla piscando em frequências diferentes, sem a necessidade de iterar sobre cada letra. O estudo levava em consideração a distância do usuário com o teclado e o ângulo de visualização.

Durante o estudo, o participante deveria ouvir uma palavra em inglês e então olhar no teclado as letras que a soletravam. O sistema então deveria reconhecer a tecla que o participante estava observando, anota-la e por fim reconhecer a palavra por completo. A Figura 4 demonstra o ambiente do estudo.

Segundo os autores, o estudo utilizou luzes oscilantes com diferença de 0,1 Hz cada uma. Dessa forma, o tempo para reconhecimento de um estímulo foi diminuído, e foi possível demonstrar a praticidade de tal engenharia em futuros estudos de interfaces cérebro-máquina.

Figura 4 – O ambiente e equipamentos utilizados no estudo



Fonte: Hwang et al (2012).

### 3 PROPOSTA DO SISTEMA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a justificativa para elaboração deste trabalho, assim como os requisitos e metodologia de desenvolvimento.

#### 3.1 JUSTIFICATIVA

O Quadro 1 apresenta de forma comparativa os trabalhos correlatos. Onde, as linhas representam as características e as colunas os trabalhos.

Quadro 1 – Comparativo entre os trabalhos correlatos

Correlatos Características	Leeb et al (2007)	Campbell et al (2010)	Hwang et al (2012)
Registra performance na interação com o ambiente	Sim	Sim	Sim
Tipo de estímulo	Movimento imaginado	Resposta a estímulo (P300), piscar o olho	Resposta a estímulo (detecção de frequência)
Permite registrar o próprio	Não	Não	Não

comando			
Permite gerenciar outros usuários	Não	Não	Não

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme pode ser observado no Quadro 1, todos os sistemas desenvolvidos durante os estudos fazem o registro da performance do usuário. Essa informação é utilizada para medir o aparecimento dos estímulos, duração do teste, e mais tarde realizar o comparativo da performance e evolução do usuário. Observa-se que o NeuroPhone (CAMPBELL et al, 2010) é o único sistema onde o estímulo a ser detectado é único, tornando o processo de teste mais rápido que os demais.

Com relação ao tipo de estímulo, Leeb et al (2007) apenas utilizam o Movimento imaginado, por ser o estímulo que mais se encaixa objetivo e participante do estudo. O NeuroPhone (CAMPBELL et al, 2010) utiliza o P300, um pulso sonoro passível de interferências, e a ação de piscar o olho. Nesse caso, piscar o olho de forma intencional é um estímulo com maior precisão que o P300. Por fim, Hwang et al (2012) optaram por uma modificação do P300, onde cada LED, possuindo uma frequência de oscilação específica, gerava uma resposta de estímulo específica.

A partir das características apresentadas acima, conclui-se que nenhum dos sistemas desenvolvidos durante os estudos permite registrar o próprio comando para interação com o ambiente virtual, e também não permitem gerenciar os diferentes usuários, ou participantes dos estudos, no próprio sistema. Dessa forma, este trabalho mostra-se relevante, pois pretende-se permitir o registro dos possíveis estímulos a serem detectados. Outro diferencial deste trabalho é o gerenciamento de diferentes usuários através do próprio sistema, permitindo um melhor controle e acompanhamento dos resultados dos usuários ao longo das interações com o ambiente de testes. Contudo, espera-se que o sistema a ser desenvolvido auxilie os pesquisadores e profissionais da área de neurologia e tecnologia no estudo, monitoramento e acompanhamento dos parâmetros estudados.

### 3.2 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

O sistema desenvolvido deverá:

- a) permitir captar ondas cerebrais de um usuário através do equipamento de eletroencefalografia (EEG) MindWave (Requisito Funcional – RF);
- b) permitir que o usuário cadastre pessoas no sistema (RF);

- c) permitir ao usuário gravar um estímulo cerebral de uma pessoa para ser utilizado como comando (RF);
- d) permitir que uma pessoa interaja com um ambiente virtual através das ondas cerebrais captadas (RF);
- e) retornar ao usuário as informações de ondas cerebrais captadas durante o tempo de interação com o ambiente virtual (RF);
- f) registrar um histórico do ambiente que a pessoa interagiu (RF);
- g) ser desenvolvido em C-Sharp para a plataforma Windows (Requisito Não Funcional – RNF);
- h) utilizar o ambiente de desenvolvimento Eclipse (RNF).

### 3.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: realizar levantamento bibliográfico sobre ondas cerebrais e trabalhos correlatos, o equipamento de eletroencefalografia (EEG) e integração de sistemas com estes equipamentos;
- b) reconhecimento de requisitos: detalhas e reavaliar os requisitos, funcionais e não funcionais, e se necessário, especificar outros a partir das necessidades observadas durante a revisão bibliográfica;
- c) especificação e análise: formalizar as funcionalidades do sistema através dos diagramas de classe e de atividades da Unified Modeling Language (UML), utilizando a ferramenta Astah Community;
- d) implementação do sistema: implementar o sistema proposto;
- e) testes: elaborar testes para validar a veracidade e qualidade dos dados captados e processados, além de validar o sistema como um todo, passando pelas etapas de programação, simulação e execução.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 1.

Quadro 1 - Cronograma

etapas / quinzenas	2018									
	fev.		mar.		abr.		maio		jun.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
reconhecimento de requisitos										
especificação e análise										
implementação do sistema										
Testes										

Fonte: elaborado pelo autor.



## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo explorar os principais assuntos para a realização deste trabalho. A seção 4.1 aborda uma visão geral sobre o monitoramento de ondas cerebrais e conceitos teóricos utilizados na integração com o equipamento de EEG. A seção 4.2 apresenta a área de interfaces cérebro-máquina, além de descrever as funcionalidades pertinentes ao desenvolvimento do trabalho e o equipamento que será utilizado, o MindWave.

### 4.1 MONITORAMENTO DE ONDAS CEREBRAIS

A eletroencefalografia é uma técnica de imagem médica que lê a atividade elétrica gerada pelas estruturas do cérebro. A leitura eletroencefalográfica (EEG) é um procedimento não-invasivo que pode ser aplicado repetidas vezes em pacientes, adultos saudáveis e crianças com praticamente nenhum risco ou limitação (Teplan, 2002).

Teplan (2002) e Isa et al (2014) afirmam que as ondas cerebrais devem ser medidas em ciclos por segundo, ou Hertz (Hz), também conhecido como frequência de atividade cerebral. Dessa forma as ondas cerebrais podem ser separadas em cinco categorias, sendo elas: Ondas Gama, com Hz entre 40 e 80, ondas Beta, com Hz entre de 13 e 30, ondas Alfa, com Hz entre 8 e 13, ondas Teta, com Hz entre 4 e 8, e ondas Delta, com Hz abaixo de 4.

Como explicam Chambers e Sanei (2013), os sinais captados através de um EEG podem ser utilizados para diversas questões clínicas, como monitorar estados de alerta e coma, localizar lesões cerebrais, derrames e tumores, investigar distúrbios do sono e efeitos de medicamentos, entre outros. Um ponto importante em meio a isso é o grande potencial contido nas informações captadas durante a eletroencefalografia.

### 4.2 INTERFACES CÉREBRO-MÁQUINA

A Interface Cérebro-Máquina (ICM) é uma forma de interação entre seres humanos e computadores onde não há uso de movimentos musculares, apenas utilizando a atividade cerebral do usuário e o equipamento específico (Ferreira et al, 2013). Um cenário ideal seria pensar sobre acender uma lâmpada, então o sistema ICM reconhece esse pensamento e acende a lâmpada automaticamente.

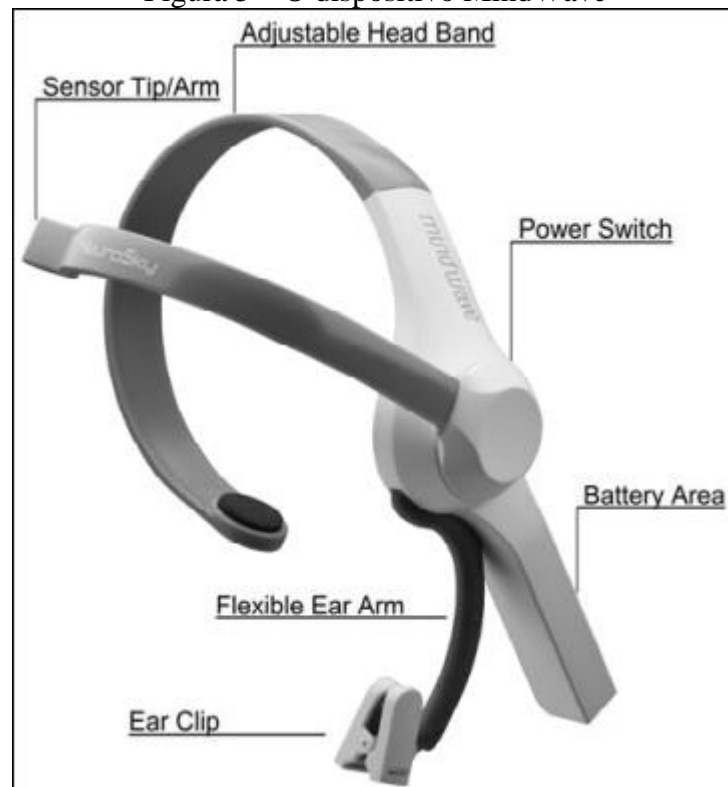
Dentre os possíveis estímulos utilizados em sistemas ICMs, os três mais populares são concentração, resposta a estímulo externo, e movimento imaginado. Para os estímulos baseados em concentração as ondas cerebrais Alfa e Beta são utilizadas para estimar o nível de atenção, relaxamento e meditação. Para os estímulos baseados na resposta a um estímulo externo, as ondas cerebrais captadas são respostas de quando o usuário presta atenção em

certos elementos gráficos oscilantes ou padrões sonoros. Os estímulos baseados na imaginação de um movimento físico, por sua vez, são possíveis através da detecção de pensamentos cinéticos, como imaginar o abrir e fechar da mão.

Como explica Salabun (2014), o MindWave é um dispositivo para leitura de ondas cerebrais portátil, seguro e capaz de detectar diferentes espectros de ondas cerebrais. O dispositivo consegue medir o conjunto de dados brutos, o espectro das ondas cerebrais (alfa, beta, delta, gama e teta), níveis de atenção, níveis de meditação e detecção de piscadas do olho. Os dados brutos, captados a uma frequência de 512Hz, é a maior fonte de informação utilizando o dispositivo para EEG.

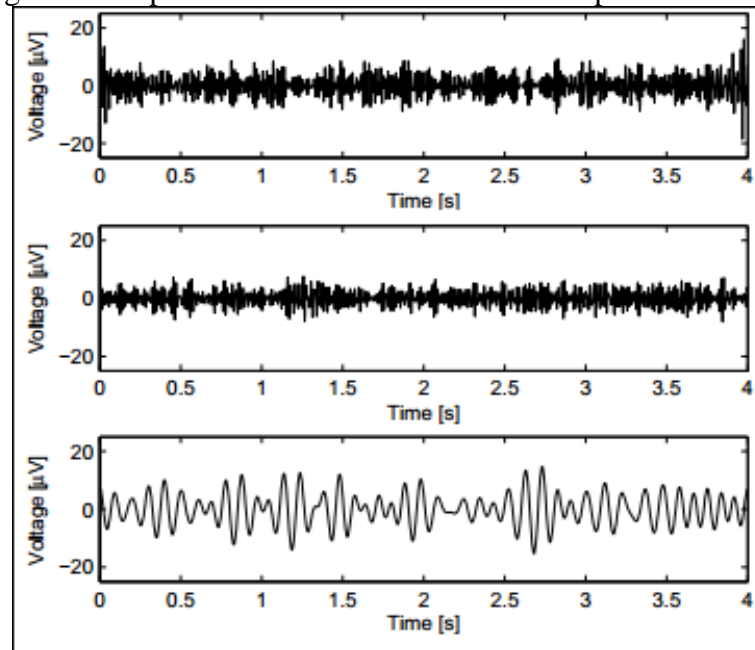
Salabun (2014) também relata que o dispositivo MindWave possui interação com o MATLAB, permitindo seu uso propósitos mais científicos. A análise mais especializada das informações captadas exige fórmulas matemáticas mais complexas, como a Série de Fourier, que inclui a Transformada Contínua de Fourier e a Transformada Discreta de Fourier. Através disso é possível transformar a informação em escala de frequência para escala de tempo, e assim estudar o espectro dos dados obtidos. O estudo desse espectro inclui a identificação das categorias de ondas cerebrais presentes nos dados.

Figura 5 – O dispositivo MindWave



Fonte: Salabun (2014).

Figura 6 – Espectros de ondas cerebrais obtidas pelo MindWave



Fonte: Salabun (2014).

## REFERÊNCIAS

- ANUPAMA H. S.; CAUVER N. K.; LINGARAJU G. M. Brain Computer Interface and Its Types – A Study. **International Journal of Advances in Engineering & Technology**. v. 3, n. 2, p. 739-745, maio 2012.
- BERKA, Chris et al. EEG Correlates of Task Engagement and Mental Workload in Vigilance, Learning, and Memory Tasks. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 78, p. B231-B244, maio 2007.
- CAMPBELL, Andrew T. et al. NeuroPhone: brain-mobile phone interface using a wireless EEG headset. In: Proceedings of the 2nd ACM SIGCOMM Workshop on Networking, Systems, and Applications on Mobile Handhelds, 10, 2010, New Delhi, India. New Delhi: ACM, 2010. p. 3–8.
- CASSON, Alexander J. et al. Wearable Electroencephalography. **Engineering in Medicine and Biology Magazine IEEE**, v. 29, p. 44-56, 2010.
- CHAMBERS, Jonathin A, SANEI, Saeid. EEG Signal Processing. **John Wiley & Sons**, v. 1, p. 312, 2013.
- FERREIRA, Alessandro L. S. et al. A survey of Interactive Systems based on Brain-Computer Interfaces. **SBC Journal on 3D Interactive Systems**, v. 4, n. 1, 2013.
- HWANG, Han-Jeong et al. Development of an SSVEP-based BCI spelling system adopting a QWERTY-style LED keyboard. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 208, n. 1, p. 59–65, 2012.
- ISA, Iza S. et al. Study on EEG Steady State Alpha Brain Wave Signals Based on Visual Stimulation for FES. **Proceedings of the 2014 International Conference on Systems, Control, Signal Processing and Informatics II (SCSI '14)**, v. 1, p. 115-119, abr. 2014.

LEEB, Robert et al. Self-paced (asynchronous) BCI control of a wheelchair in virtual environments: a case study with a tetraplegic. **Computational Intelligence and Neuroscience**, v. 2007, p. 1–8, 2007.

LEVENDOWSKI, Daniel J. Real-Time Analysis of EEG Indexes of Alertness, Cognition, and Memory Acquired With a Wireless EEG Headset. *International Journal of Human-Computer Interaction*, v. 17, n. 2, p. 151-170, 2004.

MASKELIUNAS, Rytis et al. PeerJ Consumer-grade EEG devices: are they usable for control tasks? **PeerJ**. 2016. p. 27. *Neurologia, Interação humano-computador*. Publicado online Mar 2016.

\_\_\_\_\_. **MindWave**, 2016. Disponível em <<https://store.neurosky.com/pages/mindwave>>, Acesso em: 23 out. 2017.

PFURTSCHELLER, Gert et al. Graz-BCI: state of the art and clinical applications. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, v. 11, n. 2, p. 1-4, 2003.

QUINONEZ, Delores. Common applications of electrophysiology (EEG) in the past and today: The technologist's view. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 106, n. 2, p. 108-112, fev. 1998.

SALABUN, Wojciech. Processing and spectral analysis of the raw EEG signal from the MindWave. *Przegląd Elektrotechniczny*. p. 169-173. fev. 2014.

TEPLAN, Michal. Fundamentals of EEG measurement. **Measurement science review**, vol. 2, p. 1-11, 2002.

**ASSINATURAS**

(Atenção: todas as folhas devem estar rubricadas)

Assinatura do(a) Aluno(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Orientador(a): \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) Coorientador(a) (se houver): \_\_\_\_\_

Observações do orientador em relação a itens não atendidos do pré-projeto (se houver):

## FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR TCC I

Acadêmico(a): \_\_\_\_\_

Avaliador(a): \_\_\_\_\_

ASPECTOS AVALIADOS <sup>1</sup>		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	4. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	6. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	8. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
	9. ORGANIZAÇÃO E APRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEXTO A organização e apresentação dos capítulos, seções, subseções e parágrafos estão de acordo com o modelo estabelecido?			
	10. ILUSTRAÇÕES (figuras, quadros, tabelas) As ilustrações são legíveis e obedecem às normas da ABNT?			
	11. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES As referências obedecem às normas da ABNT?			
	As citações obedecem às normas da ABNT?			
	Todos os documentos citados foram referenciados e vice-versa, isto é, as citações e referências são consistentes?			

### PARECER – PROFESSOR DE TCC I OU COORDENADOR DE TCC (PREENCHER APENAS NO PROJETO):

O projeto de TCC será reprovado se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS TÉCNICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou
- pelo menos 4 (quatro) itens dos **ASPECTOS METODOLÓGICOS** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

**PARECER:** ( ) APROVADO ( ) REPROVADO

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.

## FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO – PROFESSOR AVALIADOR

Acadêmico(a): \_\_\_\_\_

Avaliador(a): \_\_\_\_\_

ASPECTOS AVALIADOS <sup>1</sup>		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS O objetivo principal está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	Os objetivos específicos são coerentes com o objetivo principal?			
	3. TRABALHOS CORRELATOS São apresentados trabalhos correlatos, bem como descritas as principais funcionalidades e os pontos fortes e fracos?			
	4. JUSTIFICATIVA Foi apresentado e discutido um quadro relacionando os trabalhos correlatos e suas principais funcionalidades com a proposta apresentada?			
	São apresentados argumentos científicos, técnicos ou metodológicos que justificam a proposta?			
	São apresentadas as contribuições teóricas, práticas ou sociais que justificam a proposta?			
	5. REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO Os requisitos funcionais e não funcionais foram claramente descritos?			
	6. METODOLOGIA Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	Os métodos, recursos e o cronograma estão devidamente apresentados e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	7. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA (atenção para a diferença de conteúdo entre projeto e pré-projeto) Os assuntos apresentados são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	As referências contemplam adequadamente os assuntos abordados (são indicadas obras atualizadas e as mais importantes da área)?			
	8. LINGUAGEM USADA (redação) O texto completo é coerente e redigido corretamente em língua portuguesa, usando linguagem formal/científica?			
	A exposição do assunto é ordenada (as ideias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			

### PARECER – PROFESSOR AVALIADOR: (PREENCHER APENAS NO PROJETO)

O projeto de TCC ser deverá ser revisado, isto é, necessita de complementação, se:

- qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;
- pelo menos **5 (cinco)** tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.

**PARECER:** (    ) APROVADO (    ) REPROVADO

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Quando o avaliador marcar algum item como atende parcialmente ou não atende, deve obrigatoriamente indicar os motivos no texto, para que o aluno saiba o porquê da avaliação.