

BRAIN-COMPUTER INTERFACE E EMOTIV EPOC ® : ANÁLISE E PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO

Sumário

1.Apresentação	1
2.Justificativa	1
3.Objetivos	2
3.1.Objetivo geral	2
3.2.Objetivos específicos	2
4.Referencial Teórico	3
4.1.EEG e sinais cerebrais	3
4.2.Tecnologia BCI	5
4.3.Emotiv EPOC ®	6
4.4. Projetos com BCI e EMOTIV EPOC ®	7
5.Metodologia	9
6.Referência Bibliográfica	10

1.Apresentação

Ao longo da história, a medicina tem apresentado um avanço significativo no estudo de ondas cerebrais, desde a descoberta da existência de sinais elétricos no corpo humano por Hans Berger (1929) até o uso do Eletroencefalograma (EEG) para registrar a atividade elétrica do cérebro. Com o avanço da tecnologia e o desenvolvimento de softwares e hardwares, criaram-se os encefalogramas digitais, facilitando o estudo detalhado de doenças cerebrais e o avanço em pesquisas na área de acessibilidade.

Tendo como base a revisão de estudos anteriormente realizados, este projeto visa a analisar tecnologias como *Brain-Computer Interface (BCI)* e o *Emotiv EPOC ®* (eletroencefalograma portátil) e sua possível aplicação em outros estudos relacionados à área de medicina cerebral.

2.Justificativa

O estudo de sinais cerebrais utilizando eletroencefalografia possibilita o diagnóstico de doenças cerebrais como a epilepsia, distúrbios do sono e tumores.

Atualmente, o avanço da tecnologia tem possibilitado a análise desses sinais através de eletroencefalogramas portáteis, além de proporcionar o desenvolvimento de projetos visando ao baixo custo e ao progresso na área da medicina cerebral.

Logo, torna-se importante o estudo detalhado de tais tecnologias e projetos, possibilitando também outras aplicações dessa tecnologia.

3.Objetivos

3.1.Objetivo geral

Revisar estudos sobre as tecnologias BCI e *Emotiv EPOC* ® , a fim de, após especificar o funcionamento de cada tecnologia e conhecer os projetos em que já foram aplicadas, levantar hipóteses acerca das possíveis aplicações em projetos que buscam melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência.

3.2.Objetivos específicos

1. Explicar princípios de EEG e sinais cerebrais;
2. Apresentar como funciona o Sistema *BCI* e o equipamento *Emotiv EPOC* ®;
3. Expor projetos já concluídos que utilizam Sistemas BCI e *Emotiv EPOC*®;
4. Indicar novas possibilidades de aplicação dessas tecnologias em projetos futuros de modo a melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência.

4.Referencial Teórico

4.1.EEG e sinais cerebrais

EEG é um exame que registra oscilações dos potenciais elétricos cerebrais através de eletrodos, anexados ao couro cabeludo. Os eletrodos são discos metálicos ligados ao eletroencefalógrafo por meio de fios condutores, esses discos são fixados ao escalpo do paciente por uma pasta condutora que possibilita também melhor obtenção dos resultados

(Niedermeyer , 1982b, *apud* NEGRI, 2014). Utilizando apenas dois eletrodos, o psiquiatra alemão Hans Berger conseguiu gravar o primeiro eletroencefalograma humano em 1924, publicando sua descoberta cinco anos depois no seu primeiro artigo em 1929. Berger também originou o nome eletroencefalograma. (L F Haas, 2003)

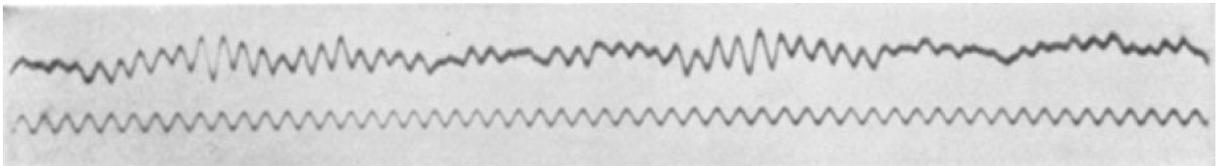


Figura 1: Primeiro sinal de EEG demonstrado por Hanz Berger em 1929. (Sabbatini, 2013)

Em 1934 obteve-se a descoberta de sinais Alfa, com faixa de frequência de 8 e 13 Hz. Berger concluiu que tais sinais surgem quando o cérebro está em estado de relaxamento.

Negri explica que, em 1936 o cientista britânico W. Gray Walter, após realizar experimentos em pacientes, este concluiu que o cérebro em estado Alfa, em repouso, aumenta sua frequência quando o paciente executa um exercício de alerta. Para tal frequência foi denominada de Beta. A partir desta descoberta os exames EEG tiveram um avanço, em 1946 Walter e Baldock desenvolveram primeiros mecanismos de processamento dos sinais obtidos por EEG.

Em seguida determinou-se o padrão 10-20 para se realizar os exames, principalmente sobre a quantidade de eletrodos. Tal padrão é utilizado atualmente, com a vantagem de não levar em consideração o tamanho e nem o formato da cabeça do paciente. A figura abaixo mostra como distribuem-se os eletrodos de acordo com o padrão 10-20.

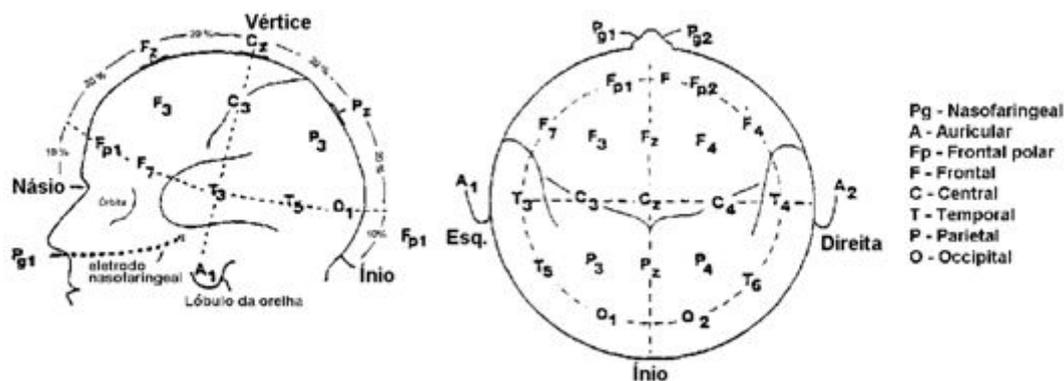


Figura 2: Eletrodos padrão 10-20. (Tavares, 2011)

Ainda segundo a autora, cada sinal captado por um eletrodo é chamado de derivação, um conjunto de derivações representa uma montagem. Cada derivação capta os sinais transmitidos pela área cerebral na qual foi colocada, sendo possível a determinação de sinais anômalos e sua localização.

No padrão 10-20 a distância entre os eletrodos é calculada com relação de 10 e 20% da distância total entre os pontos extremos do couro cabeludo, a identificação dos eletrodos se dá pelas letras Fp (frontal posterior), F (frontal), O (occipital), P (parietal), T (temporal), A (auricular) e C (central).

Com os avanços científicos descobriu-se outras faixas de frequências relacionadas aos estímulos aplicados nos pacientes. Não determinou-se um padrão específico porém as faixas mostradas a seguir são consideradas as mais importantes, como explica Negri:

- **Delta** - De 0,5 a 4 Hz. Apresenta-se em crianças com menos de 1 ano e anestesia geral. Relacionado ao sono profundo e ao pensamento subconsciente.
- **Teta** - De 4 a 7 Hz. Observar-se durante o sono leve, em fase inicial do sono. E principalmente em crianças de 2 a 5 anos.
- **Alfa** - De 8 a 13 Hz. Ocorre durante o sono leve e diminui-se gradualmente conforme a profundidade do sono. Em jovens e adolescentes esta forma é mais acentuada. Isto é considerado normal, pois há uma agregação comum com a onda beta nestas idade. O ritmo alfa pode ser “interrompido” temporariamente pelo simples abrir dos olhos, e outros estímulos e atividades mentais. Logo após este volta a aparecer a menos que o indivíduo mantenha-se interessado naquilo no estímulo.
- **Mu** - De 9 a 11 Hz. Estas ondas estão relacionadas também a movimentos motores, córtex motor, assim aparecem nos eletrodos C3 e C4.
- **Lambda** - Relaciona a atividades de atenção visual.
- **Beta** - Acima de 13 Hz. Não pode ser encontrada no sono, pois esta faixa corresponde-se ao pensamento consciente, concentração e satisfação. Pode ser encontrada em qualquer idade.

4.2. Tecnologia *BCI*

Brain-Computer Interface, interface de computador cerebral, tem como principal objetivo estabelecer uma comunicação entre os sinais cerebrais humano e o computador. A Figura 3 demonstra um design básico de um sistema BCI.

As motivações para o desenvolvimento neste tipo de tecnologia são melhorar a qualidade de vida de pessoas portadoras de deficiências, por exemplo para controle de uma prótese, execução de comandos via cerebral, por exemplo controlar um jogo com o cérebro. E por último, o controle de vários sistemas técnicos, como robôs, drones ou automáticos domésticos.

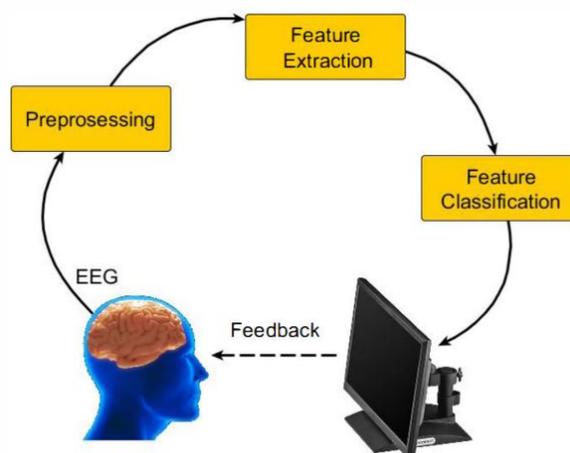


Figura 3 - Design da interface cérebro-computador (STANKEVICH, Philipp, SPITSYN Vladimir, 2015)

Segundo Stankevich e Spitsyn (2015), há duas formas de obtenção dos sinais cerebrais, invasiva e não-invasiva. O método invasivo consiste em implantar eletrodos no cérebro ou aplicar agulhas na massa cinzenta. Tal método é eficiente pois possui melhor relação sinal ruído, porém segundo os autores, os métodos invasivos têm alguns problemas técnicos e éticos.

Por isso, desenvolvedores de sistemas *BCI* utilizam mais métodos não-invasivos. Principalmente por eletroencefalografia, tendo como vantagem o baixo custo, em relação aos invasivos, a portabilidade e a fácil manipulação. Porém tem baixa resolução espacial e problemas com ruídos.

Para melhorar a relação sinal-ruído os sinais cerebrais captados passam um pré-processamento, que consiste em utilizar filtros. Normalmente, usa-se um filtro de 50 ou 60 Hz das linhas de energia. Também pode-se melhorar a qualidade do sinal aplicando uma filtragem espacial, derivando o sinal de múltiplos eletrodos.

Ainda segundo Stankevich e Spitsyn (2015), inicialmente o baixo desempenho de processamento de sinais em tempo real dos computadores era um problema para

o desenvolvimento dos sistema *BCI*. Porém, o poder de processamento vem aumentando, juntamente com a diminuição do custo, dos computadores atuais.

Sistemas *BCI* também são classificados quanto a dependência. Sistemas dependentes utilizam Visual Evoked Potential (VEP). Segundo a *American Academy of Ophthalmology*, *VEP* é uma medida do sinal elétrico gravado no couro cabeludo sobre o córtex occipital em resposta ao estímulo da luz. Tal estímulo é captado por EEG e em seguida utilizado pelo sistema *BCI*. Sistemas *BCI* independentes não usa vias de produção normal do cérebro, ou seja, não utiliza de nenhum estímulo.

4.3. *Emotiv EPOC* ®

De acordo com o fabricante, *Emotiv Corporation*, o equipamento *Emotiv EPOC* ® , é um dispositivo EEG sem fio com 14 canais, projetado para pesquisa e aplicações avançadas de *BCI*, fornecendo dados brutos de EEG. Cada canal corresponde a um eletrodo, objetos metálicos com base plástica e fixados no couro cabeludo. A figura 4 e 5 mostram a disposição dos eletrodos no couro cabeludo e o equipamentos com seus componentes.

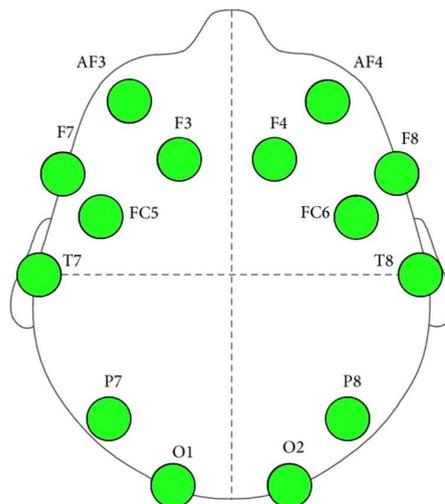


Figura 4: Disposição dos eletrodos. (VILLATA et al., 2017)



Figura 5: Neuroheadset com acessórios: 1 - *Emotiv EPOC* ® , 2 - solução salina, 3 – eletrodos (HOLEWA; NAWROCKA,2014)

Segundo Benítez, Toscano e Silva (2016), para obter uma qualidade de recepção dos sinais cerebrais, os eletrodos precisam ser umedecidos com gotas de solução salina. Este processo aumenta a condutividade dos eletrodos, melhorando assim o desempenho do equipamento e a qualidade do sinal recebido.

De acordo com Holewa e Nawrocka (2014) a bateria do equipamento pode durar até 12 horas ininterruptas. Por possuir sensores giroscópicos para a detecção espacial do dispositivo. As vantagens do equipamento são baixo peso, mobilidade sem fio e fácil operação. Outra vantagem segundo Benítez, Toscano e Silva (2016), o equipamento possui bom custo benefício em relação aos equipamentos disponíveis no mercado.

4.4. Projetos com *BCI* e *EMOTIV EPOC* ®

Conforme visto anteriormente, *BCI* é um sistema de comunicação entre computador e cérebro, combinando EEG com desenvolvimento computacional para converter sinais cerebrais em dados digitais. Segundo Benítez, Toscano e Silva (2016) no passado, o sistema *BCI* tinha como principal objetivo o desenvolvimento em aplicações médicas. Porém, devido ao crescente avanço das novas tecnologias por cientistas e engenheiros, também é possível aplicações com videogames, manipulação de veículos pequenos e pesquisa psicológica. De acordo com Holewa e Nawrocka (2014), em 1999 ocorreu a primeira demonstração experimental de um *BCI* usado para controlar o braço de um robô.

O sistema *BCI* proposto por Holewa e Nawrocka (2014), figura 6, é composto por um painel de LED, o dispositivo Emotiv EPOC, um robô LEGO Mindstorms. O painel LED possui 4 campos de 4 cores diferentes, cada cor atribui-se a uma frequência. O usuário seleciona uma cor, o campo de cor correspondente acende e o respectivo usuário concentra-se nesta cor. Sua visão gera estímulos cerebrais, SSVEP (Steven-State Visual Evoked Potentials). O dispositivo Emotiv EPOC, capacete constituído de eletrodos, grava os sinais de eletroencefalograma (EEG) e os transfere para o computador, esses dados são analisados por um software. Inicialmente são colocados 4 objetos que correspondem as 4 cores do painel próximos ao robô. Este recebe o resultado analisado pelo software. O robô levanta cada objeto e analisa sua cor, se esta corresponder a frequência, muda-se o local do objeto, caso contrário, o robô devolve-o para a localização inicial. Isto é possível através de sensores de cor e localização presentes no robô.

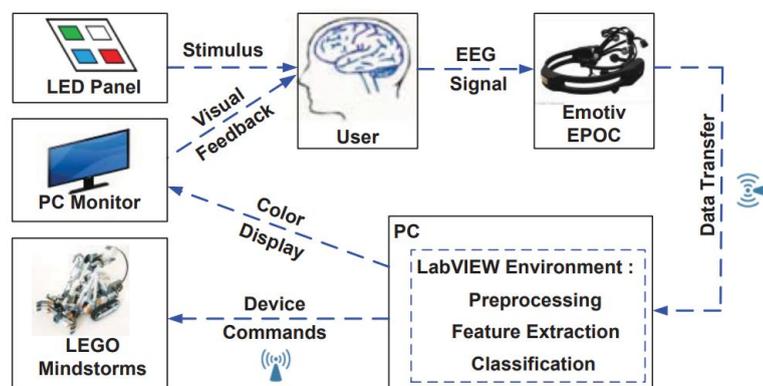


Figura 6: Estrutura do sistema BCI proposto. (HOLEWA; NAWROCKA,2014)

Benítez, Toscano e Silva (2016) também demonstraram a viabilidade do uso do equipamento *Emotiv EPOC*® para adquirir sinais EEG brutos. No sistema proposto utilizou-se um algoritmo de classificação de *eyewinks*¹, baseado em Redes Neurais Artificiais (ANN). Para analisar e processar os sinais relacionados à atividade cerebral durante *eyewinks* usou-se um programa personalizado chamado *LabVIEW*², tais sinais podem ser interpretados como comandos de direção ou de controle simples. Na figura 7 pode-se observar a estrutura do sistema proposto por Benítez, Toscano e Silva (2016).

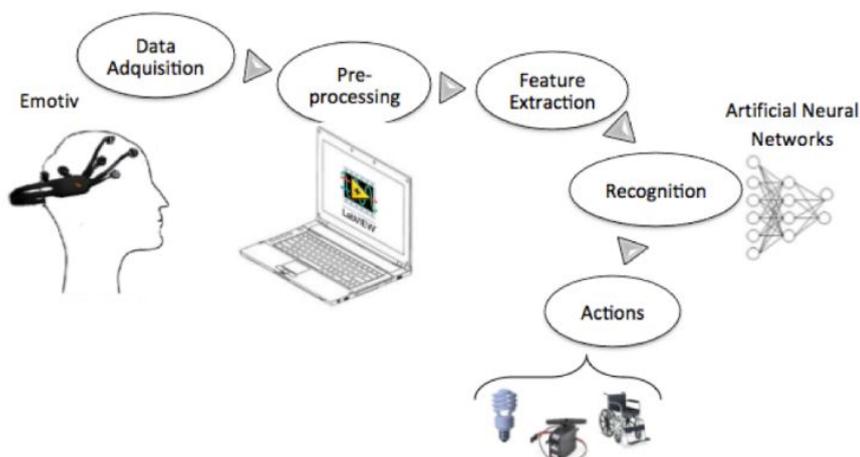


Figura 7: Estrutura de BCI. (BENÍTEZ; TOSCANO; SILVA, 2016)

Como observado existem diversas aplicações para se utilizar sistemas *BCI*, seja como alternativa para análise de sinais cerebrais identificando anomalias para fins medicinais, ou controle de próteses para pessoas com deficiências físicas, ou também para controle de objetos de uso diário, por exemplo acender uma lâmpada.

¹ Piscada de olho

² O LabVIEW é um software de engenharia de sistemas criado especificamente para aplicações que envolvam teste, medição e controle, com rápido acesso ao hardware e a informações obtidas a partir dos dados.

5. Metodologia

Este projeto consiste em pesquisa bibliográfica desenvolvida nas seguintes etapas:

1. Leitura sobre princípios de EEG e sinais cerebrais;
2. Pesquisa relacionada ao funcionamento de sistemas *BCI* e ao equipamento *Emotiv EPOC*®;
3. Revisão de projetos já concluídos que utilizam de sistemas *BCI* e o equipamento *Emotiv EPOC*®;
1. Análise de novas possibilidades de aplicação dessas tecnologias em projetos futuros de modo a melhorar a qualidade de vida de pessoas com deficiência.

6.Referência Bibliográfica

NEGRI, Ana Paula Rosa. **DETECÇÃO DE CRISES EPILÉPTICAS BASEADA EM SINAIS DE ELETROENCEFALOGRAMA UTILIZANDO A TRANSFORMADA WAVELET** . 2014. 65 p. Monografia (Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações)- Instituto Federal de Santa Catarina, São José, SC-Brasil, 2014.

STANKEVICH, Philipp ; SPITSYN, Vladimir . **A Review of Brain-Computer Interface Technology** . 2015. 6 p. Artigo (Institute of Cybernetics)- National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia, 2015.

HOLEWA, Karolina ; NAWROCKA, Agata . **Emotiv EPOC neuroheadset in Brain : Computer Interface**. 2014. 4 p. Artigo (Department of Process Control)- AGH University of Science and Technology, Cracow, Poland, 2014.

BENÍTEZ, Diego S. ; TOSCANO , Sebastian ; SILVA, Adrian . **On the Use of the Emotiv EPOC Neuroheadset as a Low Cost Alternative for EEG Signal Acquisition** . 2016. 6 p. Artigo (Colegio de Ciencias e Ingenierías “El Politécnico” Campus Cumbayá)- Universidad San Francisco de Quito USFQ, Casilla, Quito, Ecuador, 2016.

VISUAL evoked potential - American Academy of Ophthalmology . Disponível em: <<https://www.aao.org/bcscsnippetdetail.aspx?id=45cef5ac-2f4e-4b67-81ff-85f3fd02878c>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

HAAS, L. F. ; JACKS, A. S.; MILLER, N. R. **NEUROLOGICAL STAMP** : Hans Berger (1873-1941), Richard Caton (1842-1926), and electroencephalography. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1738204/pdf/v074p00009.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

VILLATA, Serena et al. **Emotions and personality traits in argumentation: An empirical evaluation**. 2017. Disponível em: <<https://content.iospress.com/articles/argument-and-computation/aac015>>. Acesso em: 29 novembro 2017.