

CRIAÇÃO DE UM SISTEMA WEB PARA USO DAS BATIDAS BINAURAIS

CREATION OF A WEB SYSTEM FOR THE USE OF BINAURAL BEATS

Luiz Marcelo Costa dos Santos¹
Naan Silva Cardoso²

RESUMO

Diante da ciência do aumento de pessoas com transtornos mentais como ansiedade, depressão, insônia entre outros, e que o Brasil no ano de 2017 é líder da posição mundial, foi pensado na criação de um sistema web para utilização das Batidas Binaurais, fundamentadas por cientistas como Oster (1973) e Dove (1839), no qual é possível através delas, influenciar a mente a atingir um determinado estado, denominadas de ondas cerebrais dos tipos Delta, Teta, Alfa, Beta e Gama. Este artigo tem como objetivo o desenvolvimento do embasamento bibliográfico para a transmissão do conhecimento sobre o funcionamento e a forma de utilização das Batidas Binaurais, apresentando exemplos práticos de experiências com EEG e disponibilizando através da plataforma chamada Thalamus, referência ao Tálamo, estrutura presente no sistema límbico do cérebro responsável pelos sentidos, uma forma para que os usuários possam estar utilizando as Batidas Binaurais para atingir algum estado da mente. A utilização pode ser feita para induzir o Relaxamento, o sono, a aprendizagem ou até mesmo a concentração no exercício de alguma atividade. Esta é uma forma de fornecer uma alternativa que pode auxiliar as pessoas a terem uma melhor qualidade de vida.

Palavras-chave: Batida Binaural, Sistema Límbico, Ondas Cerebrais, Frequência, Tálamo.

¹ Graduando em Sistema de Informação pelo Centro Universitário UniFTC de Feira de Santana e Técnico em Informática pela Faculdade UNIFACS de Feira de Santana - E-mail: luizmarcelolh@gmail.com

² Docente Orientadora do Centro Universitário UniFTC de Feira de Santana - Mestra em Computação Aplicada. E-mail: naan.cardoso@ftc.edu.br

ABSTRACT

Given the science of the increase in people with mental disorders such as anxiety, depression, insomnia among others, and that Brazil in 2017 is a leader in the world position, was thought to create a web system for the use of binaural beats, based on scientists such as Oster (1973) and Dove (1839), where it is possible through them to influence a mind to reach a certain state called delta, theta, alpha, beta, and gamma brainwaves. This article aims to develop the bibliographic basis for the transmission of knowledge about the functioning and use of binaural beats, shows practical examples of EEG experiments and is made available through the Thalamus activation platform, reference to Thalamus, present structure. In the limbic brain system responsible for the senses, a form that users can use as Binaural Beats to achieve some state of mind. The use can be made to induce relaxation, sleep, learning or even concentration in the exercise of some activity. This is one way of providing an alternative that can help as people who have a better quality of life.

Keywords: Binaural Beat, Limbic System, Brain Waves, Frequency, Thalamus.

1.INTRODUÇÃO

A mente humana a cada dia que passa está mais complexa e instável, as interações sociais e a forma com que a sociedade lida com os próprios conflitos também está mudando. O índice de pessoas com depressão, síndromes do pânico e transtornos de ansiedade, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), aumentam a cada ano, sendo que o Brasil lidera os resultados das pesquisas globais (ONUBR, 2017).

Estudos feitos por Heinrich Wilhelm Dove (1839, apud FRANÇA, 2008) mostraram que as ondas cerebrais podem ser influenciadas através do som. Esta influência é dada a partir da exposição de frequências específicas que induzem o cérebro a atingir um estágio específico da mente. Sabe-se também, que o cérebro utiliza disparos eletroquímicos que definem esses estágios com os seguintes nomes e respectivas frequências: i) delta, que atua com frequência até 4hz; ii) teta, entre 4hz e 7hz; iii) alfa, entre 7hz e 13hz; iv) beta, entre 13hz e 30hz e; v) gama, que atua acima de 30hz, no qual cada um deles exerce um comportamento específico (FRANÇA, 2008).

A técnica apresentada por Dove (1839) é denominada Binaural Beats - (Batidas Binaurais). Estas batidas consistem em aplicar diferentes frequências de áudio em cada ouvido para que internamente seja detectada pelo núcleo olivar, enviada para o tálamo, estrutura do cérebro responsável pelos estímulos externos, e reenviados ao córtex central, que após a filtragem do tálamo começa a acompanhar a mesma frequência imposta pelas Batidas Binaurais (FRANÇA, 2008).

Um exemplo de Batida Binaural usado para redução de sinais de ansiedade e depressão é a frequência de 5hz, naturalmente usada pelo cérebro quando o indivíduo se encontra em estado de relaxamento, em um experimento monitorado por eletroencefalograma com 20 pacientes, foi detectada a redução desses sinais no período de 10 sessões. O estudo não obteve o resultado esperado, sendo um pouco abaixo da média prevista, porém, foi confirmado que a metodologia do estudo teve alguns problemas para análise dos resultados, que caso esses problemas não tivessem existido, os resultados seriam ainda melhores (SILVA J, 2017).

Outro exemplo de Batida Binaural, porém utilizado para melhora da atenção em indivíduos com déficit de atenção, é a frequência de 10hz, que em um experimento com 5 voluntários com síndrome de down, obtiveram resultados satisfatórios para testes de tempo de resposta com melhora de 40% (MACEDO, 2010).

Com isso, o propósito desse artigo foi desenvolver um sistema, denominado *Thalamus*, capaz de reunir e fornecer as Binaural Beats. O *Thalamus* pode ser utilizado por qualquer pessoa que procure estes conteúdos a fim de obter relaxamento, concentração, reduzir os efeitos da insônia, e transtornos mentais como depressão, ansiedade, síndromes do pânico entre outras doenças influenciadas pelo límbico, região cerebral responsável pelas emoções, e hipocampo, região do cérebro responsável pelo armazenamento de memória (BARRETO, 2010).

2.METODOLOGIA

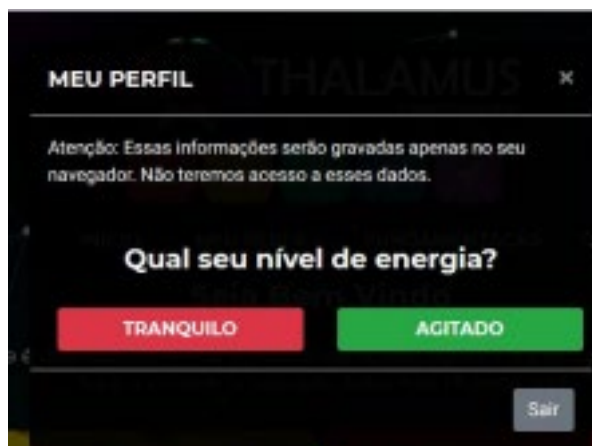
Este é um trabalho que usa o método qualitativo para uso das Batidas Binaurais, pois se baseia nos estudos de seus efeitos na mente humana a fim de disponibilizar material de áudio para uso dos usuários na redução dos efeitos dos transtornos mentais ou estados da mente.

Sabe-se que a frequência delta atua a menos de 4hz no cérebro e é detectada quando a pessoa está em sono profundo, estado de completo repouso na mente (OSTER, 1973). Este estado é conhecido pelas propriedades de restauração do corpo, sendo assim, após ser exposto pelas Batidas Binaurais que também resultam na frequência menor que 4hz, o cérebro reage a harmonizar-se com a mesma, adquirindo as mesmas características da frequência, induzindo assim, o sono profundo natural (FRANÇA, 2008).

A fim de promover a utilização das Batidas Binaurais, foi desenvolvida uma plataforma WEB chamada *THALAMUS*. O Thalamus possui esse nome, pois foi inspirado no tálamo, uma estrutura presente no sistema límbico do cérebro (ESPERIDIÃO-ANTONIO, 2008), e que disponibiliza às Batidas Binaurais baseadas no perfil de cada usuário como mostrado na Figura 1. A plataforma permite ao usuário, no momento em que utiliza o sistema, obter conteúdos relevantes baseados nas características de cada pessoa.

Ao final do questionário serão calibradas as emissões das Batidas Binaurais, disponibilizando também um conjunto de áudios complementares para escutar durante a experiência. O propósito destes áudios é tornas menos entediante a utilização da plataforma, já que o oscilador, emissor das Batidas Binaurais, emite um som único e contínuo.

Figura 1 - Questionário para definição do perfil inicial do usuário



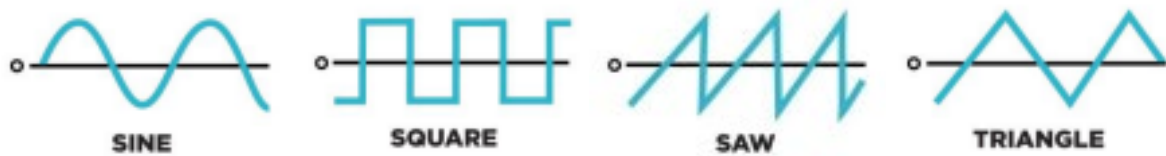
Fonte: Próprio Autor, (2019)

No momento da utilização do *Thalamus*, é feito um cadastro sobre o perfil, no qual o usuário deve informar dados como sexo, padrão de comportamento (e.g. calmo, agitado, impaciente, sonolento), idade e lateralidade dominante. Além disso, o sistema permite que o usuário informe, opcionalmente, se sofre algum tipo de transtorno mental como ansiedade, Depressão, entre outros.

Uma vez informados os dados, o sistema direciona, com base nos dados informados pelo usuário, um conjunto de Batidas Binaurais em uma determinada frequência correspondente ao seu perfil. Os usuários podem também efetuar uma avaliação com o intuito de avaliar a relevância da recomendação feita pelo sistema. Quanto melhor a avaliação, mais recomendado será aquela Batida Binaural específica.

O *Thalamus* foi desenvolvido em linguagem de programação *WEB*, *Hypertext Preprocessor* - PHP, *HyperText Markup Language* - HTML5, *Cascading Style Sheets* CSS3, e para o desenvolvimento das Batidas Binaurais, foi utilizado a biblioteca *Oscillator* do Javascript, declarado como *BaseAudioContext.createOscillator()*. A biblioteca possui a função de criação de um tom específico de som, podendo ele ser emitido nos formatos: *Sine*, *Square*, *Sawtooth* e *triangle*. Para este trabalho, o tom escolhido foi o *Sine*, por ser mais suave, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Representação dos tipos de emissão de um tom

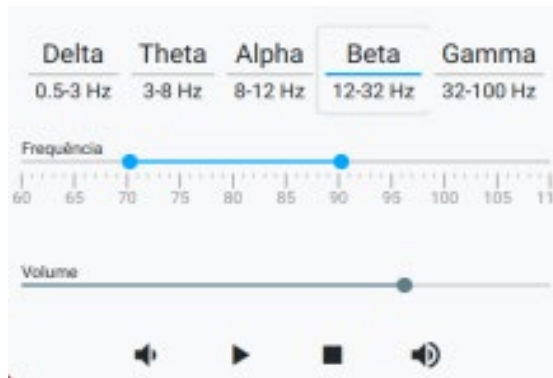


Fonte: ROBEHMED (2019)

Para a criação das Batidas Binaurais, dois objetos utilizando a biblioteca *Oscillator*, foram criados, um para o lado esquerdo e o outro para o lado direito. A frequência emitida é definida manualmente pelo usuário na página principal do sistema, porém também pode ser selecionado algumas definições já pré-definidas no Thalamus, seguindo a regra de utilização de frequência das batidas Binaurais (FRANÇA, 2008).

Uma vez configurado o sistema, pelo usuário através das perguntas respondidas, a frequência de cada áudio é manipulada individualmente. Para que haja um resultado satisfatório, se torna obrigatório, a utilização de fones de ouvido do tipo estéreo (i.e., fones de áudio que apresentam em sua estrutura dois canais de áudio, direito e esquerdo). A frequência manipulada dependerá da finalidade com que o áudio será empregado na plataforma, por exemplo, a frequência 424hz do lado esquerdo e 434hz do lado direito, resultam na frequência de 10hz, pois é o resultado da diferença das frequências, por efeito das Batidas Binaurais.

Para a criação da interface manual do usuário, foi utilizada uma biblioteca de estilos chamada *Materialize* em Javascript. Seu *layout* cria barras laterais, as quais foram utilizadas para a criação dos controles de frequência para os usuários, controle de mídia para o emissor de tons e controle de volume, conforme é apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Controle de Frequência e Volume da biblioteca materialize

Fonte: Próprio Autor, (2019)

De acordo com a Figura 3, no topo do controle de frequência, encontram-se cinco botões que indicam as ondas cerebrais (delta, teta, alfa, beta e gama), descritas por (OSTER, 1973). Ao clicar em uma das ondas cerebrais, o controle automaticamente selecionará duas faixas correspondentes a frequência selecionada, no qual o usuário poderá, através dos botões inferiores, diminuir e aumentar o volume, iniciar e/ou parar uma Batida Binaural.

3.DISSCUSSÃO

Segundo pesquisas da Organização Mundial da Saúde (OSM), nos últimos dez anos a população mundial que sofre de transtornos mentais como ansiedade e depressão, aumentou mais de 18%, sendo que 5,8% são brasileiros, totalizando cerca de 12 milhões de pessoas (G1, 2017).

O Brasil além de liderar as pesquisas, também possuem pessoas tanto com quadros de depressão, quanto transtornos de ansiedades ao mesmo tempo, população está que nem sempre recorre a auxílio médico ou profissional (OMS, 2019).

Para melhor a análise do tema, é necessário compreender alguns aspectos fundamentais dos influenciadores das Batidas Binaurais. O som, por exemplo, é algo criado pelo cérebro, logo, uma interpretação dele através das vibrações no ar captadas pelo ouvido. Essas vibrações mecânicas dependem de força de movimento para existirem, se propagam comprimindo o ar em um determinado período (BEAR et al., 2002).

Nem todo som produzido é audível aos nossos ouvidos, sendo interpretado geralmente entre 20hz e 20khz. Cada indivíduo ao longo do tempo perde a capacidade de interpretar frequências mais altas de som, e até o estado de velhice o ser humano em média interpreta até 12khz antes dos 50 anos (HYPERSCIENCE, 2003).

Ao estudar a anatomia cerebral, Broca (1877), pôde identificar o “grande lobo límbico”. Constituído pelo septo, tálamo, giro cingulado, fórnix, hipocampo, corpos mamilares, amígdala e bulbo olfatório, o sistema límbico responsabiliza-se pela interpretação da maioria dos nossos sentidos e emoções, tendo como elementos principais o hipocampo, responsável pela memória e amígdala, responsável pelas emoções (BARRETO, 2010).

A amígdala se localiza na metade anterior do único do giro do hipocampo, estando então, próximo às atividades do corno temporal. Ele é composto por diferentes partes, estas muito semelhantes ao córtex, que distribui suas reações ao resto do corpo (BARRETO, 2010).

As atividades envolvendo o hipotálamo e a amígdala são eles interligados, e estudos mostraram que o sentimento de medo e raiva bem como expressões faciais das emoções correspondentes, é resposta desse sistema. A lesão da amígdala em humanos, por exemplo, reduz a capacidade de a pessoa sentir emoções e reações ao medo (BARRETO, 2010).

Publicado na Revista Galileu em 2018, cientistas estudaram os sinais elétricos cerebrais, para melhor compreensão dos efeitos dos transtornos mentais como ansiedade e a depressão no organismo. “Os pesquisadores usaram máquinas de eletroencefalografia intracraniana (iEEG) para estudar as atividades cerebrais de 21 pacientes com epilepsia que se preparam para uma cirurgia no cérebro.” (REVISTA GALILEU, 2018).

Através desse estudo mais da metade dos participantes que sofreram ataques de depressão ou ansiedade tiveram sinais detectados entra a amígdala cerebelosa e hipocampo. Esses sinais foram registrados em frequências que iam de 13 a 30 hertz de amplitude. Frequência caracterizada como estado Alpha e Beta da mente. Analisando e fazendo uma correlação com os estudos apresentados, a ansiedade está a um passo a mais de um

diagnóstico mais preciso, tendo em vista que as informações obtidas apresentaram resultados satisfatórios no valor quantitativo e qualitativo das pesquisas. (TIMO-IARIA; PEREIRA, 1971).

O cérebro como um todo, não trabalha em uma única frequência, a partir dos eletrodos no EEG, é possível identificar em diversas regiões a presença de diferentes frequências. É importante saber essas definições básicas, porque diferentes frequências, em regiões distintas, estão associadas com diferentes comportamentos. Uma modalidade utilizada geralmente por psicólogos que consiste no reestabelecimento de padrões eletrofisiológicos adaptados para o tratamento nas desordens neurológicas, psiquiátricas e psicológicas. (ANDRADE; LUFT, 2006).

Os especialistas utilizam eletrodos para a leitura de sinais cerebrais e identificação de padrões de frequência que aos estímulos áudio visuais podem ser trabalhados para aumentar a qualidade cerebral. Tem como finalidade o treinamento automático do cerebral, assim como a melhora da memória, estados de atenção, aprendizado entre outros. A técnica foi descoberta no ano de 1950 por Joe Kamiya Doutor e Barry Sterman, ambos projetistas da NASA para treinamento de astronautas por meio de Neurofeedback. (DIAS, 2010).

Este fenômeno, descoberto pelo cientista alemão Heinrich Wilhelm Dove (1839), foi estudado posteriormente pelo biofísico Gerald Oster, que em 1973 publicou sua pesquisa intitulada de „*Auditory Beats in the Brain*’, no qual utilizou as Batidas Binaurais para testificar seus efeitos na melhora do funcionamento cerebral (OSTER, 1973).

O uso das Batidas Binaurais, essas produzidas no cérebro com influência do som, vem sendo estudada até os dias atuais, pesquisas na área podem ser encontradas também nas áreas de psicologia, neurologia e pediatria. O foco voltado para área de saúde é a melhora da qualidade cerebral e tratamentos a transtornos mentais como ansiedade e depressão, assim como Oster o realizou em sua pesquisa no Hospital Monte Sinai situado em Nova York (OSTER, 1973).

Entendendo os efeitos que as Batidas Binaurais causam na mente humana, e compreendendo que a frequência usada pelo cérebro resulta em diferentes comportamentos, o sistema apresentado neste artigo, visa à disponibilização de Batidas Binaurais específicas para as principais categorias: Sono, Relaxamento, Aprendizado, Criatividade, Concentração, Raciocínio, Despertar e Subconsciente. Todas as categorias foram baseadas nos efeitos que essas batidas estudadas por OSTER (1973), causam na mente humana.

4.RESULTADOS

O sistema *Thalamus*, é uma plataforma *WEB* que fornece conteúdo relacionado às Batidas Binaurais sobre seus efeitos, como funciona e como utilizá-las. Disponibilizando alguns métodos de uso pré-definidos pela plataforma e uma alternativa manual para que os usuários definam sua própria frequência de Batida Binaural. A Figura 4 apresenta a tela inicial do *Thalamus*.

Nela estão presentes no topo da plataforma, cinco botões primários para ativação das Batidas Binaurais pré-definidas pelo sistema. Essas batidas são as já descritas por Oster (1973). Uma mensagem de „Seja Bem-Vindo“ e logo abaixo, uma descrição do objetivo pelo qual o sistema foi desenvolvido.

As categorias para utilização das Batidas Binaurais foram divididas em 8 quadros, sendo disponibilizados logo ao início da plataforma para melhor acessibilidade. Abaixo das categorias está o oscilador manual para que os usuários configurem suas próprias Batidas Binaurais, utilizando o conteúdo da fundamentação disponibilizado no site.

Figura 4 - Tela Inicial do Sistema *Thalamus*



Fonte: Próprio Autor, (2019).

O *Thalamus*, conforme visto na Figura 5, é um sistema auto intuitivo, fácil de utilizar, pois apresenta botões que indicam o que pode ser escolhido pelo usuário. Além disso, o sistema possui um questionário (meu perfil) que ajuda ao usuário identificar a frequência correta para alcançar seu objetivo.

Figura 5 - Tela Inicial do Sistema *Thalamus* para Dispositivos Móveis



Fonte: Próprio Autor, (2019).

Como pode ser visto na Figura 6, a plataforma é responsiva, fazendo com que o sistema se comporte de maneira adequada de acordo com o dispositivo utilizado (e.g. *Smartphone*, computador, *tablet*).

Baseado nos experimentos de Timo-Iraria e Pereira (1971), junto aos estudos do comportamento dos estados da mente de Andrade e Luft (2006), foi definido à emissão das Batidas Binaurais estando entre 60 e 110hz, para as categorias:

Sono: apresentando a frequência com 70hz lado esquerdo e 71hz lado direito, obtendo 1hz na frequência da Batida Binaural. Recomendados para estímulos do sono quando se está com insônia (SILVA J, 2017);

Relaxamento: apresentando a frequência com 70hz lado esquerdo e 75hz lado direito, obtendo 5hz na Batida Binaural. Recomendado para relaxamento, sem intensões de dormir, aliviar a raiva e o medo, reduzir os efeitos causados pela ansiedade. (SILVA J, 2017)

Aprendizado: apresentando a frequência com 71hz lado esquerdo e 81hz lado direito, obtendo 10hz na Batida Binaural. Recomendado quando se está prestes a absorver algum tipo de conteúdo, como por exemplo, leitura de um livro, assistir ou apenas ouvir um vídeo aula (KRAUS; PORUBANOVÁ, 2015);

Criatividade: apresentando a frequência com 72hz lado esquerdo e 83hz lado direito, obtendo 11hz na Batida Binaural. Recomendado quando há a necessidade de criação de conteúdo, quando se está acessando informações diversas da mente e formulando uma ideia ou opinião (REEDIJK, 2013);

Concentração: Apresentando a frequência com 72hz lado esquerdo e 87hz lado direito, obtendo 15hz na Batida Binaural. Recomendado quando é necessário aplicar os conhecimentos em algo prático, focar numa tarefa individual ou algo repetitivo (RIOS, 2016);

Raciocínio: Apresentando a frequência com 72hz lado esquerdo e 93hz lado direito, obtendo 21hz na Batida Binaural. Recomendado quando há a necessidade de solucionar um problema e procurar hipóteses (FRANÇA, 2008);

Despertar: Apresentando a frequência com 70hz lado esquerdo e 103hz lado direito, obtendo 33hz na Batida Binaural. Recomendado para ativação do cérebro, emitindo o estado mais alerta e de atenção e medo (GOODIN, 2012);

Subconsciente: Apresentando a frequência com 70hz lado esquerdo e 110hz lado direito, obtendo 40hz na Batida Binaural. Estado muito ativo do cérebro, este estado é naturalmente ativado quando em situações de perigo e extremo alerta. Recomendado para tomada de decisões motoras muito fortes com alto nível de energia (FRANÇA, 2008).

As frequências utilizadas para as categorias foram abaixo dos 110hz a fim de evitar desconforto na utilização do sistema. Podendo o usuário ouvir as Batidas Binaurais ao mesmo tempo em que escuta outro conteúdo de áudio com baixo volume, sem ofuscar o som emitido pelo oscilador da plataforma.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito da aplicação é facilitar a utilização das Batidas Binaurais para os usuários, tendo em vista que seus efeitos podem melhorar a qualidade da frequência cerebral, pois induz o cérebro a atingir um estado natural mais rápido.

O estudo tornou-se muito relevante para os dias atuais, no qual em um mundo digital, com o acesso facilitado a *internet*, a disponibilização de conteúdos para a melhora da qualidade de vida obtém um alcance maior. Sendo assim, é possível ajudar as pessoas na redução dos efeitos de seus transtornos mentais, tão comuns no Brasil, como mostram a pesquisa da OMS em 2017.

O sistema resultou em uma plataforma que disponibiliza um recurso que pode, por exemplo, ser usado para melhorar a concentração das pessoas em atividades que necessitem de foco, melhorar a absorção de conteúdo para o aprendizado, estimularem a criatividade, estimular o sono para melhorar problemas como insônia, estimular a mente a obter um estado mais ativo e alertar para casos de cansaço mental.

A fim de melhorar a utilização e ciência dos usuários sobre a existência das Batidas Binaurais, o *THALAMUS* (Disponível em <http://www.thalamus.site/>) encontra-se disponibilizado em uma plataforma *online* com período indeterminado para estudo de satisfação dos usuários.

Foi considerado o estudo de modo geral, extremamente construtivo, de valor e curiosidade científica. Levando a pensar em diversas implementações para seu uso, como por exemplo, compreender o comportamento dos transtornos mentais, das funções cerebrais, dos impactos em nossas emoções e nas formas de melhorar a qualidade mental e de vida.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, João Erivan Façanha et al. Sistema límbico e as emoções. **Revista Neurociências**, v. 18, n. 3, p. 386-394, 2010.
- CATANI, Marco; DELL'ACQUA, Flavio; DE SCHOTTEN, Michel Thiebaut. **A revised limbic system model for memory, emotion and behaviour. Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 37, n. 8, p. 1724-1737, 2013.
- DIAS, Álvaro Machado. Tendências do Neurofeedback em psicologia: **Revisão sistemática. Psicologia em estudo**, v. 15, n. 4, p. 811-820, 2010.
- ESPERIDIÃO-ANTONIO, Vanderson et al. **Neurobiology of the emotions. Archives of Clinical Psychiatry** (São Paulo), v. 35, n. 2, p. 55-65, 2008.
- FRANÇA, Rafael Ferreira. **Indutor de Ondas Cerebrais por Batimento Binaural**. Monografia de conclusão de curso de Engenharia da Computação, 2008.
- GOODIN, Peter, et al. "A high-density EEG investigation into steady state binaural beat stimulation." *PloS one* 7.4 :e34789, 2012
- KASPRZAC, C. "Influence of binaural beats on EEG signal." *Acta physica polonica A* 119.6A : 986-990, 2011.

- KRAUS, Jakub; PORUBANOVÁ, Michaela. **The effect of binaural beats on working memory capacity.** *Studia psychologica*, v. 57, n. 2, p. 135, 2015.
- LACERDA, Paulo Oliveira Ferraz de. **Batimentos Binaurais e tons Isocrônicos:** das características aos efeitos. 2018.
- LUFT, Caroline; ANDRADE, Alexandro. "A pesquisa com EEG aplicada à área de aprendizagem motora." *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 6.1: 106-115 2006.
- MACEDO, Luciel Silva, et al. **O valor da estimulação cortical voltado para o déficit de atenção de alunos com síndrome de Down.** *Ciências & Cognição*, 15.3: 13-22, 2010.
- OSTER, Gerald. **Auditory beats in the brain.** *Scientific American*, v. 229, n. 4, p. 94-103, 1973.
- REEDIJK, Susan A., Anne Bolders, and Bernhard Hommel. "**The impact of binaural beats on creativity.**" *Frontiers in human neuroscience* 7 :786, 2013.
- RIOS, Luide Mendes; GLANZMANN, José Honório. **Aplicativo que manipula Ondas Cerebrais por meio de Frequências Binaurais.** *Seminários de Trabalho de Conclusão de Curso do Bacharelado em Sistemas de Informação*, v. 1, n. 1, 2016.
- SILVA J, Maurício da. **Efeito da estimulação binaural (5 Hz) sobre a atividade da rede neural em modo padrão.** MS thesis. Universidade Federal de Pernambuco, 2017.
- TIMO-IARIA, Cesar; PEREIRA, Walter Carlos. **Mecanismos das ondas elétricas cerebrais.** *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 29, n. 2, p. 131-145, 1971.
- ROBEHMED, Natalie, **SINE, SQUARE, TRIANGLE, SAW:** The Difference Between Waveforms and Why It Matters, 08 de mai de 2019. Disponível em: <<https://www.perfectcircuit.com/signal/difference-between-waveforms>>. Acesso em: 18 de nov. 2019
- Depressão cresce no mundo, segundo OMS; brasil tem maior prevalência da américa latina. **G1**, 23 de fev. de 2017. Disponível em: <g1.globo.com/bemestar/noticia/depressao-cresce-no-mundo-segundo-oms-brasil-tem-maior-prevalencia-da-america-latina.ghtml>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- Estudo analisa como a ansiedade se manifesta no cérebro humano. **Revista Galileu**. 09 de nov de 2018. Disponível em: <revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/11/estudo-analisa-como-ansiedade-se-manifesta-no-cerebro-humano.html>. Acesso em: 20 mai. 2019.
- OMS registra aumento de casos de depressão em todo o mundo; no Brasil são 11,5 milhões de pessoas, **Nações Unidas Brasil (ONUBR)**, 23 de fev. de 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/oms-registra-aumento-de-casos-de-depressao-em-todo-o-mundo-no-brasil-sao-115-milhoes-de-pessoas/>>. Acesso em: 10 de nov. 2019.