

Aplicativo que manipula ondas cerebrais por meio de frequências binaurais

Luíde Mendes Rios¹, José Honório Glanzmann²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais –
Campus Juiz de Fora
Rua Bernardo Mascarenhas, 1283 – Fábrica – 36.080-001 – Juiz de Fora – MG – Brasil

²Núcleo de Informática - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora

luide.si@hotmail.com, jhglanzmann@gmail.com

Abstract. *This paper aims to develop a guided technology in well-established knowledge of neuropsychology and neuroscience activate specific states of consciousness by brain waves stimulated by binaural sound, which will be available through an Android application. The binaural sound technology of this work rhythms normalize brain waves, by adjusting the brain neurotransmitters, this process improves overall brain and nervous system function, making it an effective treatment for a wide range of health conditions, including stress, being a quick and powerful way to optimize the psychophysiological functioning user providing his quality of life.*

Resumo. *Esse trabalho tem como objetivo desenvolver uma tecnologia pautada nos conhecimentos, bem estabelecidos, da neuropsicologia e neurociência de ativar estados de consciência específicos por meio de ondas cerebrais estimuladas por som binaural, que estará disponível por meio de um aplicativo Android. A tecnologia de som binaural desse trabalho normaliza os ritmos das ondas cerebrais, reequilibrando os neurotransmissores do cérebro. Esse processo melhora a função cerebral global e o sistema nervoso. Tornando-se uma forma eficaz de tratamento para uma vasta gama de condições de saúde incluindo o stress, sendo uma maneira rápida e poderosa para otimizar o funcionamento psicofisiológico do usuário lhe fornecendo qualidade de vida.*

1. Justificativa

O que impulsionou a realização desse trabalho foi primeiro o grande interesse sobre áreas como a psicologia, a neurociência e de como surge os pensamentos e emoções, bem como, quais as influências desses na saúde do ser humano.

Outro ponto foi buscar uma solução viável para o crescente problema do aumento do estresse diário, que cada ser humano passa durante o dia e também poder estimular, com ajuda da tecnologia computacional, a manipulação de ondas cerebrais. O acesso a diferentes níveis de consciência mental pode apresentar vantagens, quando usadas de forma correta, para estimular uma melhora sobre a saúde mental e emocional.

A função desse trabalho é utilizar uma tecnologia, que atua diretamente sobre a base de comunicação do nosso cérebro. Essa comunicação é feita por meio de ondas cerebrais que são vibrações elétricas. A intenção é procurar gerar um equilíbrio no cérebro, manipulando a atuação de ondas cerebrais específicas a esse fim. Com um plano de treinamento de uso, o usuário da tecnologia pode ajustar sua mente ao tipo de

estado de consciência que melhor lhe convier. A tecnologia que estimula as mudanças de ondas cerebrais é obtida por meio de uma batida sonora, que foi descoberta em 1839 por um pesquisador alemão, Heinrich Wilhelm Dove e depois foi estudada também por Gerald Oster e Robert Monroe, que desenvolveu e patenteou a tecnologia *binaural beat* em suas pesquisas no Instituto Monroe. Esse projeto de pesquisa usa os conceitos de tal tecnologia, porém incorpora tecnologias computacionais atuais. É proposto o desenvolvimento de um aplicativo *android*, que disponibiliza as cinco faixas de som que atuam sobre os cinco estados de consciências diferentes existentes. Com apenas um dispositivo móvel com o sistema *android* e um fone de ouvido, o usuário será capaz de usufruir dessa tecnologia.

O público-alvo principal desse trabalho são estudantes ou pessoas que queiram desenvolver uma melhor saúde mental com redução do estresse é um maior foco e concentração para os estudos.

2. Delimitação do tema

Esse projeto de pesquisa delimitou-se em demonstrar como o som binaural pode trazer grandes benefícios à saúde mental, física e emocional para o usuário, levando em questão os indivíduos, que não utilizam técnicas de relaxamento ou não possuam tempo para a realização de atividades que venham a reduzir os fatores estressores que acumulamos durante o dia. Segundo Lacerda (2009), as situações repetitivas de estresse psicológico podem ser decisivas para desencadear também a depressão.

Tendo como referência os resultados da pesquisa que foi publicada no *European Journal of Neuroscience* (2010), cientistas da Universidade de Londres, na Inglaterra, obtiveram a primeira evidência direta da ocorrência de mudanças no cérebro humano causadas por ondas cerebrais naturais, induzidas por treinamento.

As mudanças significativas na neuroplasticidade¹ do cérebro foram observadas após a formação de ondas cerebrais alfa. Demonstrando assim, pelos pesquisadores, que meia hora de controle voluntário dos ritmos do cérebro é suficiente para induzir uma mudança duradoura na excitabilidade cortical e na função intracortical ou medular.

O que em outras palavras quer dizer que foi observado uma mudança da neuroplasticidade no cérebro. Estudos demonstram os ótimos benefícios da estimulação de ondas cerebrais, como a melhoria na integração sensorial (MORRIS, 1990), relaxamento, meditação, redução do estresse, controle da dor e sono (WILSON, 1990; RHODES, 1993), e cuidados de saúde (CARTER, 1993).

Outros trabalhos têm mostrado a eficácia da estimulação de ondas cerebrais como o acesso a estados anômalos de consciência (ATWATER, 1997), um possível efeito antinociceptivo² durante a anestesia (KLIEMPT et al., 1999), e o tratamento da ansiedade (LE SCOUAMEC et al., 2001).

2.1. Tema:

O uso da tecnologia computacional pode promover recursos, que facilitem as pessoas no combate ao estresse. No decorrer do trabalho percebeu-se, que o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis poderia auxiliar nesse processo, por ser um recurso tecnológico disponível e de grande portabilidade.

¹ Neuroplasticidade, ou plasticidade cerebral, é a capacidade de remapeamento das conexões das nossas células nervosas, o processo que nos ajuda a continuamente aprender. Refere-se à capacidade do sistema nervoso de mudar, adaptar-se e moldar-se a nível estrutural e funcional ao longo do desenvolvimento neuronal e quando sujeito a novas experiências. E a maneira do nosso cérebro agir e reagir à medida que experimentamos uma mudança em nosso ambiente ou desenvolvemos uma habilidade, Purves (2004).

² Antinociceptivo: que anula ou reduz a percepção e transmissão de estímulos que causam dor. Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (2013).

3. Formulação do problema

De acordo com Neurociência, o cérebro é provavelmente o órgão mais fascinante do corpo humano. Ele controla tudo: da respiração até nossas emoções e inclusive os nossos pensamentos. Os pesquisadores Crick e Koch (2003) iniciaram esse conhecimento para Neurociência, determinando qual é a linguagem básica responsável por criar a interface de comunicação entre o corpo e mente. Eles classificaram os pensamentos e emoções de acordo com as ondas cerebrais que produziam.

A alegria e a tristeza, o doce e o amargo, o claro e o escuro são sensações que produzem registros de ondas cerebrais tão distintas quanto as impressões digitais. São por meio dessas descobertas, que, hoje os cientistas conseguem criar algum tipo de emoção e sensação apenas modulando uma frequência de onda cerebral específica que corresponde ao padrão de consciência desejado.

Mas, como será que anda nossos processos mentais e emocionais? Nós realmente damos as devidas atenções a eles? Sabemos do impacto que eles causam na nossa saúde?

Segundo Damásio (1996) há uma intrincada participação da emoção nos processos de tomada de decisão e raciocínio. A emoção confere valor e auxilia na nossa capacidade de elaborar planos, bem como ter responsabilidade sobre si mesmo e os outros e nos dá um senso de responsabilidade e de convívio social.

As emoções e os sentimentos seriam responsáveis por estabelecer uma ponte entre os processos racionais e não-racionais. Por isto, podemos entender que basicamente emoções e pensamentos andam juntos e que quando ocorre uma sobrecarga de emoções ou de estresse o sistema nervoso não consegue acompanhar.

De acordo com a teoria psicanalítica várias doenças podem ser desencadeadas pelas aflições psicológicas de seus portadores. Como exemplo de algumas temos as alergias, bulimia e até infarto do miocárdio.

O psiquiatra francês Janet (1989) descobriu que os sintomas surgem como um indicador para chamar a atenção para o sofrimento psíquico que o indivíduo tem guardado no seu subconsciente. Quando se apresenta apenas os sinais, diz-se que a pessoa está somatizando. Mas, pode ocorrer uma intensificação do processo de somatização causando males realmente físicos e verificáveis por exames clínicos e nesse caso, o diagnóstico é doença de origem psicossomática.

4. Hipótese

O principal fator que demonstra grande alteração nos processos mentais e emocionais é o estresse que surge por uma elevada pressão ou esforço para realizar algo em meio às adversidades e situações complicadas do dia a dia. O estresse é a resposta do organismo a qualquer estímulo e trata-se de uma tensão física, mental e emocional, que vai refletir no corpo, desequilibrando através de um conflito que fragiliza o indivíduo e que é comum na vida de todas as pessoas (CLEIDE, 2006), (BENSON, 2006, 2011), (BORIN, 2006).

O estresse tem sua função no ato de preparar o indivíduo para ação de autopreservação, quando se sente ameaçado prepara todo seu corpo para agir na defesa contra um agressor, porém se o estresse for algo contínuo na vida da pessoa ele que acaba sendo o agressor, pois ele gera uma queda em todas as funções orgânicas diminuindo assim a resistência a doenças podendo levar até a morte. Neste estágio é preciso interromper o estresse para não levar o organismo a falência. Este estágio é conhecido como distresse, segundo (ZUARDI, 2014).

As principais consequências do distresse são: desânimo e desatenção; pressão alta ou baixa; insônia e exaustão; baixa autoestima; falta ou excesso de apetite; dores no peito, musculares e nas juntas; dor de cabeça; vômito e náuseas e falta de vontade de fazer sexo. Benson (2006) avaliou exatamente esse fenômeno de estresse explicando, que a situação de vida a que estamos sujeitos diariamente nos destrói, pois grande parte

das pessoas ficam num padrão de onda cerebral estressante e não utiliza de nenhum meio de relaxamento e nem busca ajuda de profissionais da área, facilitando assim um agravamento do problema.

As pesquisas realizadas por Benson, demonstram que a fé e a meditação melhoram a saúde. Portanto, ele receita 20 minutos de meditação, duas vezes ao dia, para prevenção e combate de problemas como insônia, tensão pré-menstrual, infertilidade e hipertensão. Além disso, alivia os efeitos de doenças crônicas e tratamentos químicos fortes, como o de câncer. Benson (2008) concluiu que de 60% a 90% das doenças podem ser curadas pela mente.

5. Objetivos

5.1. Objetivo Geral

Usar da tecnologia computacional para combater o estresse, utilizando para isto, conhecimentos de pesquisas da área de neurociência aplicada à técnica de estimulação de ondas cerebrais por meio de som binaurais.

Desenvolver um aplicativo de som binaural para dispositivos móveis na plataforma *android*, de fácil manuseio para ativar ondas cerebrais.

5.2. Objetivos Específicos

- Validar a aplicabilidade do som binaural por meio de referência de pesquisa na área da neurociência como uma ferramenta eficiente para reduzir o estresse e também ativar diferentes estados de consciência.
- Estruturar informações que possam ser base para construir as faixas de áudio de som binaural que serão colocados no aplicativo.
- Avaliar qual a IDE (*Integrated Development Environment*)³ apropriada para a construção do aplicativo ativador de onda cerebral.
- Demonstrar o aplicativo criado.

6. Embasamento Teórico

6.1. Ondas Cerebrais

Todo o processo cerebral ocorre por meio de atividade elétrica das células cerebrais.

As ondas cerebrais são, ondas eletromagnéticas, produzidas pelo somatório das interações elétricas dos bilhões de neurônios do cérebro. As frequências dessas ondas elétricas são medidas em ciclos por segundo ou Hz (*Hertz*). As ondas cerebrais mudam de frequência baseando-se nas atividades elétricas dos neurônios, que estão relacionadas com mudanças de estados de consciência (concentração, excitação, relaxamento, sono, dentre outros).

Cada pessoa tem sua própria característica de ações das ondas cerebrais. Tendo um padrão e um ritmo, que incorpora as frequências Gama, Beta, Alfa, Teta, e Delta em vários níveis.

Através das execuções diárias, o cérebro as modula para se adequar às determinadas tarefas. E cada onda estimula a produção de um neurotransmissor específico, que vai gerar uma mudança química no organismo (BEAR, 2002), (TIMO LARIA, PEREIRA, 1971), (CRICK, KOCH, 2003), (EMPSON, 1986), (LENT, 2001).

³ IDE- Ambiente de Desenvolvimento Integrado, é um programa de computador que reúne características e ferramentas de apoio ao desenvolvimento de software com o objetivo de agilizar este processo. MYATT (2007).

6.2. Faixas de ondas cerebrais

O tipo de onda cerebral é definido pela frequência que esta pulsa e esse tipo particular de pulsação influenciará o nosso estado mental.

Existem cinco tipos básicos de padrões de ondas cerebrais. É a predominância de um padrão sobre os outros que determina o nosso estado de consciência. A seguir, segue uma breve descrição de cada um dos cinco principais padrões, bem como o seu intervalo de frequência e respectivo estado mental.

 ONDAS DELTA (1 a 4 Hz) → RADAR EMPÁTICO E INTUITIVO.
 ONDAS TETA (4 a 8 Hz) → INSPIRAÇÃO CRIATIVA, PERCEPÇÃO PESSOAL, E CONSCIÊNCIA ESPIRITUAL.
 ONDAS ALFA (8 a 12 Hz) → “PONTE” ENTRE O CONSCIENTE E O INCONSCIENTE E RELAXAMENTO COM CONSCIÊNCIA.
 ONDAS BETA (12 a 38 Hz) → ATENÇÃO EXTERNA E CAPACIDADE DE PROCESSO DE PENSAMENTO CONSCIENTE.
 ONDAS GAMA (38 a 42 Hz) → AUTOCONTROLE, MEMÓRIA, PERCEPÇÃO DA REALIDADE, VINCULAÇÃO DOS SENTIDOS, COMPAIXÃO, PROCESSAMENTO SENSORIAL E DE INFORMAÇÕES, APRENDIZAGEM E FOCO.

Figura 1. Tabela das Ondas Cerebrais

FONTE: Expandir a mente, 2015.

As frequências específicas usadas no aplicativo para cada onda, foram escolhidas pelas características que elas apresentam e pelos estudos realizados por autores que testaram tais efeitos.

Ondas Gama: as ondas cerebrais gama são responsáveis por ligar e processar as informações de todas as outras partes do cérebro. A elevada quantidade de atividade de ondas gama no cérebro é associada com inteligência, compaixão, autocontrole e sentimentos de felicidade, além disso, as ondas cerebrais gama têm sido associadas à melhora da memória e uma maior capacidade de percepção da realidade.

Esta onda foi observada e estudada nos monges experientes em meditação, (BENSON, 1974), (DAVIDSON, 2013), (CRONE et al., 2001), (BURLE et al., 2000); (MILTNER, 1999), (JOHN, 2001), (MUNK, 1996).

No aplicativo foi adotado a frequência de 40 Hz referente a onda gama, que está associada a atividade mental de alto nível e que ajuda na resolução de problemas, de acordo com os autores citados anteriormente.

Ondas Beta: esse estado está relacionado aos processos de atenção, concentração, cognição. Sendo assim você está pronto para trabalhos que requerem atenção total.

Essa onda mostrou ser também eficiente para tratar fadiga e problema de aprendizagem e concentração, chamada de transtorno de déficit de atenção. Em outros estudos também foi confirmado melhora na acuidade visual, coordenação, no tratamento de dislexia e falta de concentração. Bem como, ganho de QI na faixa de 8 a 10 pontos. A onda beta influencia a autoconfiança e a socialização, torna a pessoa mais otimista e energética. Além disso, ajuda nos estudos e nas práticas esportivas. (BRENNER, 1986), (EGNER, 2004), (HAURI, 1981), (SIEVER, 2004), (HOWARD 1986), (PATRICK,

1996), (Damasceno, 2012). Os autores indicam a frequência de 15 Hz que foi adotada no aplicativo.

Ondas Alfa: esse estado está relacionado aos processos de relaxamento, visualização, criatividade, memorização e alívio da dor. No estado alfa a pessoa sente que a ansiedade desaparece, proporcionando uma sensação de paz e bem-estar. Ela é eficiente no tratamento do estresse, assim como também na solução de problemas de memorização, relaxamento e práticas de visualização. Essa onda mostrou ser um excelente potencial terapêutico para tratar os distúrbios de memória, tendo excelentes resultados em idosos. Existe um estudo que usou a onda alfa em conjunto com a teta para tratar vícios de álcool e drogas, visto que pessoas com personalidade propensas ao vício tem pouca atividade destas ondas. Esta pesquisa mostrou um decréscimo de 55% no consumo de álcool depois de sessões de treinamento alfa e teta (WILLIAMS, 2001, 2006), (NOMURA et al., 2006), (OSSEBAARD, 2000), (ROSSITER, 2004), (HAMMOND, 2005), (TRUDEAU, 2000). Para o aplicativo foi adotado a frequência de 12 Hz conforme as pesquisas dos autores mencionados.

Ondas Teta: esse estado está relacionando aos processos de criatividade, intuição potencializada, conexões emocionais mais intensas que eleva a sensibilidade e sensação de tranquilidade por eliminar a ansiedade. Ela também favorece a melhora das habilidades para resolver problemas por reter quantidades muito maiores de informação num período mais curto de tempo. Outras funções seriam as habilidades para atingir o subconsciente sugestionando-o positivamente e reprogramando mudanças, sendo uma excelente ferramenta para hipnoterapia. Ela possibilita também a cura do corpo na produção de neurotransmissor que deixa o sistema imunológico mais forte para enfrentar doenças, como também abaixar o nível de cortisol e equilibrar os níveis de serotonina e melatonina, o que auxilia na cura de processos de depressão, insônia e até inchaços. As ondas teta são responsáveis por gerar mais vigor e energia por ser um revitalizante, além de relaxante, (WICKRAMASEKERA, 1977) (SABOURIN et al., 1990). Esses autores indicam a frequência de 4 Hz, que foi adotada no aplicativo.

Ondas Delta: essa é a onda mais lenta e que leva ao estado mais profundo de sono, desempenhando assim saúde e bem-estar por produzir um efeito restaurador de um sono completo. Ela leva ao estado inconsciente, onde a intuição pode aflorar facilmente. A onda delta é ideal para o sono, a recuperação física, mental e meditação profunda. Ela é também responsável para a liberação de hormônios antienvelhecimento e o hormônio do crescimento GH, que é benéfico para a regeneração celular. A onda delta leva a um estado de felicidade e empatia onde a pessoa se sente mais conectada com si mesma melhorando a intuição e memória. A faixa de frequência usada no aplicativo é 2,5 Hz que além das funcionalidades anteriores, faz a produção do sedativo opiáceos endógenos que alivia a dor (BOTELLA-SOLER et al., 2012).

Tendo como referência as características mentais associadas a cada padrão de onda cerebral, é possível induzir um padrão específico, de forma a facilitar determinadas atividades mentais. Uma forma de fazê-lo, baseia-se no princípio científico da Harmonização, também conhecido como Arrastamento de Ondas

Cerebrais. Este é ativado pelo recurso dos sons binaurais⁴ que podem ser usados para harmonizar ou sincronizar ambos os hemisférios cerebrais num só padrão sinérgico de ondas cerebrais.

6.3. Arrastamento de Ondas Cerebrais por Som Binaural

O princípio de arrastamento ou harmonização foi descoberto aproximadamente em 1665, por um cientista holandês chamado Christian Huygens (MORAIS, 2003 apud STROGATZ, 2003).

Ele observou um comportamento muito interessante que ocorria com seus relógios de pêndulos que estavam pendurados nas paredes da mesma sala e que cada um movia ao seu próprio passo dessincronizado de todos os outros, mas com a passagem do tempo os pêndulos entravam em sincronia, adaptando-se naturalmente o ritmo de cada um até todos os pêndulos se moverem em sintonia, em uníssono. Essa sincronização é o resultado do princípio da harmonização que é um fenômeno físico que ocorre de forma sistemática na natureza sempre que a oportunidade se proporcione.

Esse processo também possui implicações diretas no nosso cérebro, esse opera de modo semelhante a uma caixa de ressonância⁵. As ondas cerebrais pulsam a diferentes amplitudes e frequências, dependendo do nosso grau de envolvimento em determinadas atividades. Tal como o pêndulo do relógio, o nosso cérebro pode ficar sincronizado com determinados padrões de ondas se for exposto aos estímulos apropriados.

Através do som binaural podemos ativar o princípio de Harmonização que faz os hemisférios cerebrais entrarem num só padrão sinérgico de ondas cerebral. Neste caso o som é o mecanismo de atuação para o funcionamento do som binaural, por isto será explicitado a sua definição básica, segundo a Física.

O som se produz ao comprimir e descomprimir um determinado elemento, com produção de vibrações moleculares que emitem ondas. Por serem ondas de natureza mecânica, necessitam de meio para difundir-se por certo período de tempo, (BEAR et al., 2002).

As diferentes frequências de ondas acústicas definem a quantidade de ciclos em um segundo (Hertz). O som audível para um ser humano compreende a frequências entre 20Hz e 20.000Hz, independentemente da complexidade e desde que seja com amplitude maior que 0 dB (decibel), (BEAR et al., 2002), (KOLB et al 2002).

A sensação de batidas binaurais auditivas ocorre quando dois sons coerentes, de frequências quase similares, são apresentados um em cada orelha com fones de ouvido ou alto-falantes estéreo. O cérebro integra os dois sinais, produzindo uma sensação de um terceiro som chamado a batida binaural.

⁴ Som binaural é quando sinais de duas frequências diferentes são apresentadas separadamente, uma para cada orelha, o cérebro detecta a variação de fase entre as frequências e tenta conciliar essa diferença. Oster (1973).

⁵ O corpo de um instrumento musical, um violão, por exemplo, é uma caixa de ressonância. As vibrações da corda entram em ressonância com a estrutura da caixa de madeira que "amplifica" o som e acrescenta vários harmônicos, dando o timbre característico do instrumento. A ressonância é a propriedade de aumentar a intensidade de um som.

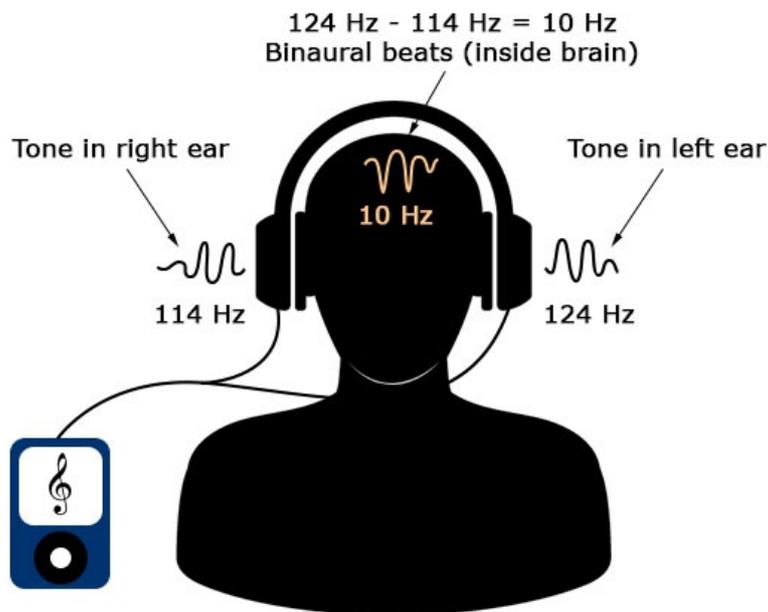


Figura.2 Batida Binaural.
Fonte : Pandit, 2014.

Por exemplo, se uma frequência de 114 Hz chega na orelha direita e outra de 124 Hz chega na orelha esquerda, uma batida binaural de 10Hz é criada pelo cérebro. As ondas cerebrais tendem a se igualar, ao "seguirem" a batida binaural.

Se a batida binaural é de 10 Hz, o cérebro entra no padrão de onda alfa.

O som binaural gerado pelo cérebro origina-se no núcleo olivar superior do tronco cerebral, o local de integração contralateral de entrada auditiva (MONROE, 1985). Essa região do cérebro é demonstrada conforme a figura 3.

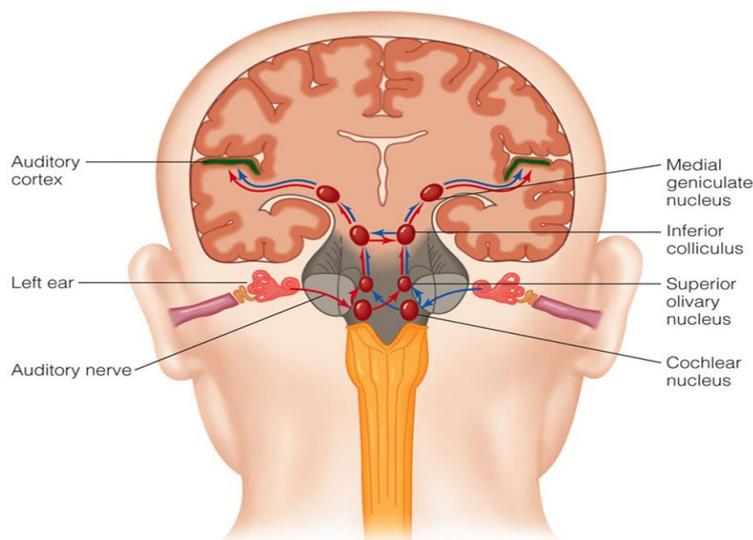


Figura.3 Batida Binaural Gerada no Cérebro.
Fonte:Neil (2011).

A batida binaural é neurologicamente transportada para a formação reticular, que usa neurotransmissores⁶ para iniciar mudanças na atividade das ondas cerebrais, (OSTER, 1973 apud MONROÉ, 1985).

6.4.O benefício da batida binaural

Como observado na figura 1, cada onda possui sua característica e função específica.

Com isto notamos que não existe um estado de uma onda que seja “melhor” do que outra, cada faixa de frequência de onda cerebral tem suas vantagens e funções específicas. Cada indivíduo possui um padrão específico e dominante e é exatamente este padrão que descreve como é o estado de consciência da pessoa. De acordo com as pesquisas Benson (2006), a maioria das pessoas são carentes do padrão de ondas cerebrais alfa, pois os fatores de estresses aumentam a cada dia, pela vida ser cada vez mais corrida. Junto cresce o medo, a ansiedade e a tensão. O excesso de trabalho tende a arrastar o indivíduo para frequências de ondas desequilibradas de alta atividade, que estão longe do ciclo da onda alfa.

A onda alfa é um antidepressivo natural, pois ela permite a produção do neurotransmissor serotonina. A serotonina é responsável por regular a primeira fase do sono, chamado de "sono lento", e quando sua transmissão não está tão efetiva gera casos de depressão, ansiedade e outros distúrbios afetivos. No caso dela estar ativada, ocorre uma melhora no humor, diminuindo também a ansiedade e irritabilidade, de acordo com o neurologista Godoy (2013), do Hospital Beneficência Portuguesa de São Paulo.

Outra atuação da serotonina é no tratamento da enxaqueca, pois ela alivia a dor. Segundo o neurologista Cruz Leandro (2013), a serotonina é importante reguladora das vias sensoriais de nosso corpo, inclusive da via dolorosa. Esse neurotransmissor também diminui casos de agressividade, já que o neurotransmissor está ligado ao controle de impulsos em nosso sistema límbico. Ele também atua na saciedade, pois a serotonina é responsável pelo chamado estado de vigília quieta, diretamente relacionada a essa. Esse estado previne a fome. Um fator curioso observado pelas pesquisas foi de que os sintomas da TPM também estejam ligados à baixa transmissão de serotonina no cérebro, segundo o neurologista Godoy (2013). Quando a produção de serotonina cai abaixo do nível normal no cérebro, a pessoa se deprime.

A onda alfa aumenta a consciência global do indivíduo de si mesmo, relaxando o corpo e diminuindo o fluxo de pensamentos, deixando assim a mente completamente relaxada, o que leva a pessoa a se sentir um pouco sonolenta. O corpo se livra do estresse, da tensão e da ansiedade.

Ativar a onda alfa desperta a criatividade e ajuda na resolução de problemas por aumentar a capacidade lógica devido esta onda integrar uma comunicação harmônica entre os dois hemisférios cerebrais⁷ podendo agora o indivíduo usar maior recurso cognitivo para resolver ou encontrar uma solução criativa por seus problemas. Isto ocorre porque antes o indivíduo usava apenas o hemisfério esquerdo do cérebro para pensar no problema. Depois de entrar no estado alfa ele também adquire a ajuda e

⁶ Os neurotransmissores são substâncias químicas liberadas pelos neurônios e utilizadas para a transferência de informações entre eles. Neurotransmissores produzidos pelos neurônios, as células nervosas com a função de biossinalização. Por meio delas, podem enviar informações a outras células. Podem também estimular a continuidade de um impulso ou efetuar a reação final no órgão ou músculo alvo. Dicionário inFormal (2012).

⁷ O cérebro é dividido em dois hemisférios esquerdo e direito. O hemisfério esquerdo tem sido associado com habilidades verbais pensamento lógico, racional e analítica. O hemisfério direito tem sido associado com habilidades visuais / espaciais, emoção, aptidão musical, intuição e pensamento imaginativo. Há uma razão que temos dois hemisférios: são ambas necessárias e complementares, e funcionam melhor quando eles estão trabalhando juntos, Schwartz, (1975).

recursos do hemisfério direito que possui uma visão completamente diferente de enxergar as coisas (BENCA, 1999), (ATWATER, 1988), (CHOPRA et al., 2013), (GODOY, 2013), (MORRIS, 1990).

6.5.Desenvolvimento

6.5.1.Aplicativos para Dispositivos Móveis

Os aplicativos possuem algumas denominações particulares tais como: aplicativo para celular, aplicativo móvel, aplicativo mobile. Mas, em grande parte das vezes escutamos apenas ser chamado de App (*application*).

A função de um App é ajudar a resolver e solucionar problemas simples do cotidiano das pessoas que na maioria das vezes começa logo quando a pessoa acorda com seu App de despertador e seguem seu dia usando vários outros para cada função específica, como pesquisar algo em particular, fazer contas, anotar uma lista de coisas, procurar um local pelo GPS ou entrar em contato com uma pessoa por mensagem de texto ou voz. São inúmeras as possibilidades devido ao seu poder de aplicação e flexibilidade na mobilidade.

6.5.1.1.Android

Android é o nome do sistema operacional que opera nos dispositivos móveis (*smartphones, netbooks, tablets* e etc). Esse sistema operacional é baseado no Linux e foi desenvolvido pela Open Handset Alliance, uma aliança entre várias empresas, dentre elas a Google.

A função desse sistema é gerenciar todos os processos dos aplicativos e do hardware do dispositivo para que esse mantenha o pleno funcionamento.

As empresas e os desenvolvedores buscam uma plataforma moderna e ágil para o desenvolvimento de aplicações corporativas para auxiliar em seus negócios e lucros. Já os usuários comuns buscam um celular com um visual elegante e moderno, de fácil navegação e uma infinidade de recursos. Agora, será que existe alguém para atender esses dois mundos completamente diferentes? Para acompanhar essa evolução da tecnologia e satisfazer os usuários, os fabricantes e operadoras de celulares, as empresas e nós, os desenvolvedores, existe uma grande corrida estrelada pelas maiores empresas do mundo em tecnologia móvel para competir por esse nicho do mercado. O Android é a resposta do Google para ocupar esse espaço. Consiste em uma nova plataforma de desenvolvimento para aplicativos móveis, baseada em um sistema operacional Linux, com diversas aplicações já instaladas e, ainda, um ambiente de desenvolvimento bastante poderoso, ousado e flexível (LECHETA, 2010).

A escolha do *Android* foi baseada na recomendação de Lecheta (2009) bem como, pelo grande número de usuários. De acordo com os dados divulgados pela empresa de consultoria Gartner, o sistema operacional *Android* continua líder absoluto entre os consumidores brasileiros, dominando o mercado em 85,1% dos aparelhos vendidos no Brasil, TecMundo (2014).

7.Desenvolvimento do Aplicativo Ativador de Onda Cerebral

O aplicativo Ativador de Onda Cerebral é uma tecnologia que funciona simplesmente enviando diferentes sons ou tons para cada orelha através de fones de ouvido estéreo.

Os dois hemisférios do cérebro, então, agem em uníssono para "ouvir" um terceiro sinal, a diferença entre estes dois tons. Este não é um som real, mas um sinal

elétrico que só pode ser percebido dentro do cérebro por ambos os hemisférios cerebrais que trabalham em conjunto.

A ideia do aplicativo é usar este método para treinar o cérebro a produzir os cinco tipos de frequências de ondas cerebrais. Isso pode ajudar as pessoas a melhorarem a concentração, promover o relaxamento e o sono, induzirem o estado meditativo, e aumentarem a criatividade e aprendizado. Ele também pode promover a sincronização do hemisfério cerebral e reduzir o estresse.

A primeira parte para implementar esse projeto foi criar as faixas de sons binaurais de acordo com as pesquisas de Gerald Oster (OSTER, 1973) e Robert Monroe (MONROE, 1985). Para isto, foi usado o software Audacity que é um editor de áudio *open source* para vários sistemas operacionais. Ele possui a capacidade para construir as frequências de áudios que foram utilizadas no aplicativo.

Foram criadas cinco faixas diferentes de som, com a duração de 10 minutos cada e com as seguintes frequências:

- a) Som Gama 40 Hz;
- b) Som Beta 15 Hz;
- c) Som Alfa 12 Hz;
- d) Som Teta 4 Hz;
- e) Som Delta 2.5 Hz;

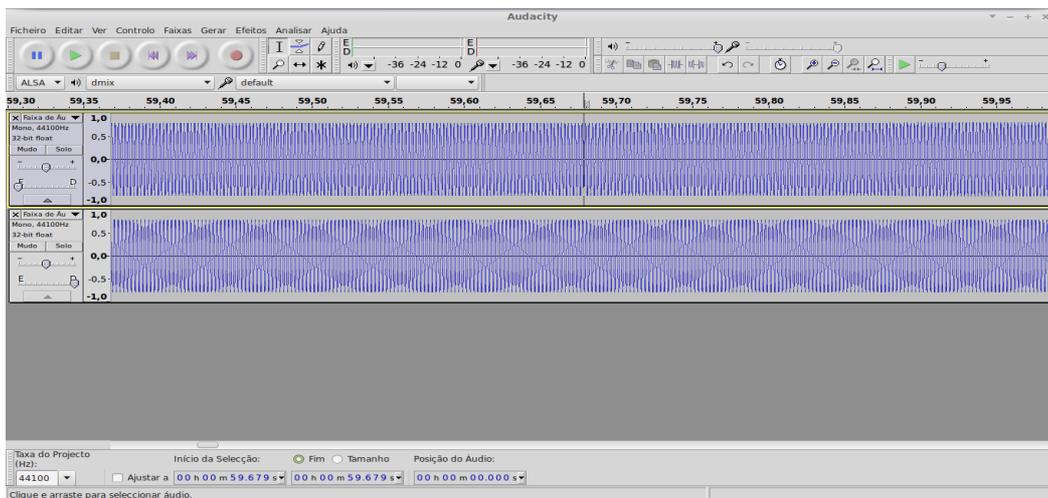


Figura 4. Software Audacity para a construção do som Binaural

A segunda etapa do processo de desenvolvimento do projeto foi construir o aplicativo. A primeira tentativa de sua construção foi com a escolha da IDE Intel XDK, que possibilita desenvolvimento integrado multi-plataforma (Android, iOS e Windows Phone). No entanto, esse intento não funcionou, pois, a versão da IDE Intel XDK possuía um *bug* no *plugin* de controle de áudio que estava sendo revisto pela equipe de manutenção da IDE. Esse defeito afetou a qualidade da aplicação.

Diante disso, partiu-se para a adoção da IDE Android Studio, com as linguagens de programação Java e XML. Essa IDE conseguiu atender plenamente os requisitos, se mostrando bastante estável. Essa estabilidade refletiu na qualidade da *app*.

Apesar desse contratempo com a IDE Intel XDK ela em nenhum momento foi considerada de baixa qualidade para desenvolver Apps apenas continha um defeito no

módulo de áudio, essencial para o App proposto. E por meio dessa experiência foi possível perceber novas ideias e rever erros cometidos.

Antes de começar a construção do aplicativo foi feita uma modelagem elaborando várias formas não apenas do *layout* como a definição de quais informações seriam apresentadas ao usuário para instruí-lo sobre o tema, assim com a disposição das informações no menu.

O aplicativo usa a linguagem de *design visual* que o Google nomeou de *Material Design*, com o intuito de demonstrar que o visual é fundamental para criar uma experiência intuitiva para o usuário.

Todas as 5 faixas de áudio de onda cerebrais estudadas foram acrescentadas no aplicativo que podem ser facilmente acessadas por meio do menu lateral expansível. O menu possui também conteúdo de informações que orientam o usuário na utilização do *App*.



Figura 5. Tela inicial do app



Figura 6. Menu do app



Figura 7. Tela da onda Gama

8.Resultado

O aplicativo foi concluído e os testes realizados ainda são incipientes. No momento esse trabalho está aguardando a autorização para uso com humanos, solicitada pela Plataforma Brasil. Também se iniciou o contato com o Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia (NITTEC), do IF Sudeste MG, para o registro de software. Após concluídas essas etapas, será desenvolvida a etapa de testes de comprovação da eficácia da *app*. A expectativa é que esta fase seja realizada por uma equipe da área médica. Essa equipe provavelmente usará ou um leitor de ondas cerebrais Emotiv Insight⁸ em um grupo de controle ou um EEG⁹, para registrar se o usuário que estiver usando o *app* está conseguindo entrar no padrão de onda pretendido. A metodologia de teste para verificar a eficácia do aplicativo ainda estará a cargo da equipe médica da área.

Mesmo não tendo sido realizado ainda os testes conclusivos, vale destacar que o processo de desenvolvimento do aplicativo seguiu as referências apontada neste artigo.

9.Conclusão

Esse trabalho apresentou o aplicativo Ativador de Onda Cerebral como um meio alternativo para tratar o estresse. Buscou-se integrar o conhecimento da neurociência aplicada a tecnologia da informação, no desenvolvimento do aplicativo, que roda em um dispositivo portátil, cuja finalidade é eliminar o estresse e criar mudanças comportamentais profundas, entre outros benefícios conforme a onda usada.

No entanto, não foi traçado comentários sobre indicações e contraindicações desse produto, bem como, os riscos para a saúde do usuário, pelo fato dos testes ainda não terem sido realizados.

Como perspectivas futuras, está previsto a ampliação e melhoria do aplicativo, bem como, a possibilidade de disponibilizá-lo para o usuário baixar na *Google Play Store*. Será desenvolvido também um *web site*, com informações extras, bem como, outras faixas de sons com frequências novas. Em breve serão disponibilizadas versões para as plataformas iOS e Windows Phone.

⁸ É um aparelho tipo um tiara elegante equipada com sensores, sem fio que registra suas ondas cerebrais e as traduz em dados significativos que você possa entender. <https://emotiv.com/>

⁹ O EEG (Eletroencefalograma) é um exame que analisa a atividade elétrica cerebral espontânea, captada através da utilização de eletrodos colocados sobre o couro cabeludo. Site: http://www.einstein.br/busca/busca.aspx?k=*EEG%20*.

Referências

- Atwater, F.H. (1997). Accessing anomalous states of consciousness with a binaural beat technology. in journal of scientific exploration, 11(3), pp. 263-274.
- Atwater.(1988), F. The Monroe Institute's Hemi-Sync Process, A Theoretical Perspective. The Monroe Institute of Applied Sciences. pp. 4, 7.
- Benson H. (1974). Transcendental meditation - science or cult? JAMA ;227:807.
- Benson H. (2006) , Casey A, eds. Stress control. Harvard Health Publications. Brown, B. B., Stress and the Art of Biofeedback. New York: Bantam Books.
- Bonaldi, Vieira (2004). Bases Anatômicas da Audição e do Equilíbrio. São Paulo:Santos.
- Bear MF, (2002), Connors BW, Paradiso MA.(2002). Neurociências: desvendando o sistema nervoso. Porto Alegre: Editora Artmed.
- Benca, (1999), RM, Obermeyer, WH, Larson, CL, Yun, B., Dolski, I., Kleist, KD, Weber, SM, & Davidson, RJ. EEG alpha power and alpha power asymmetry in sleep and wakefulness .Psychophysiology, 36, 430-436.
- Budzynski, T. H. (1991). The Science of Light and Sound. Fall City, WA: ThetaTech Publications.
- Benson, Herbert.(1975). The Relaxation Response. New York: Morrow.
- Benson, Herbert.(2011). Site: Harvard Business Review, "Estresse, uma questão de equilíbrio", <http://hbrbr.com.br/estresse-uma-questao-de-equilibrio/>
- Borin CMA (2006), Natali MRM. Estresse: síndrome dos tempos modernos. Arq Mudi. 10(1):5-10.
- Berger, H. (1929). Uber das elektrenkephalogramm des menschen. European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience, 87(1), 527-570.
- Burle, B., & Bonnet, M. (2000). High-speed memory scanning: a behavioral argument for a serial oscillatory model. Cognitive Brain Research, 9(3), 32 337.
- Brenner, Ulrich, Spiker, Sclabassi, Reynolds, Marin, & Boller, (1986). Computerized EEG spectral analysis in elderly normal, demented and depressed subjects. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 64(6), 483-492.
- Botella-Soler, V., Valderrama, M., Crépon, B., Navarro, V., & Le Van Quyen, M. (2012). Large-scale cortical dynamics of sleep slow waves.
- Benson,(2008). Entrevista com Herbert Benson para Revista Bons Fluidos, <http://www.cienciameditativa.com/entrevista-com-herbert-benson-para-revista-bons-fluidos/>
- Carter, G. (1993). Healing Myself. (Norfolk: Hampton Roads Publishing Company).
- Cesar Timo Laria, Walter Carlos Pereira (1971). Mecanismo das ondas elétricas cerebrais funcionais em indivíduos hemisféricitos.
- Crick & Koch (2003). A Framework for consciousness. Nature Neuroscience, v. 6, p. 119-126.
- Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP and neuroimaging studies. Psychological Bulletin, 132(2), 180-211.
- Cardoso, R. (2005). Medicina e meditação: um médico ensina a meditar (2a ed., 134 pp.). São Paulo: MG Editores.
- Carlson, L. E., Specia, M., Patel, K. D., & Goodey, E. (2004). Mindfulness-based stress reduction in relation to quality of life, mood, symptoms of stress and levels of cortisol, dehydroepiandrosterone sulfate (DHEAS) and melatonin in breast and prostate cancer outpatients. Psychoneuroendocrinology, 29, 448-474.

- Chaves, J.: Biofeedback: A Terapia do Século 21. Revista Cérebro & Mente, dezembro 1997-fevereiro 1998.
- Crone, N. E., Hao, L., Hart, J., Boatman, D., Lesser, R. P., Irizarry, R., & Gordon, B. (2001). Electrocorticographic gamma activity during word production in spoken and sign language. *Neurology*, 57(11), 2045-2053.
- Chopra, Deepak; Tanzi, Rudolph E.(2013), *Supercérebro - Como Expandir o Poder Transformador da Sua Mente*, Editora Alaúde.
- Cruz, Leandro (2013). Conheça as setes funções da serotonina no organismo, *Revistas Gazeta do Arroio*, edição numero 343, 7p.
- Cleide.(2006), *Estresse: Síndrome Dos Tempos Modernos*. V. 10, N. 1, P. 5–10.
- Damásio,A(1996). *O erro de Descartes:emoção,razão e o cérebro humano*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Davidson, (2014). Rapid changes in histone deacetylases and inflammatory gene expression in expert meditators.
- Damasceno, (2012), *Psicologia o Neurofeedback Como Recurso Neuropsicoterápico para o Transtorno do Déficit de Atenção com ou sem Hiperatividade e Impulsividade. Neuropsicoterápico para o Transtorno do Déficit de Atenção com ou sem Hiperatividade e Impulsividade*.
- Dicionário inFormal, (2012). Neurotransmissor. <http://www.dicionarioinformal.com.br/neurotransmisso>
- D.Corydon Hammond, (2005), *Neurofeedback treatment of depression and anxiety*.
- Egner, T., & Gruzelier, J. H. (2004). EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. *Clinical Neurophysiology*, 115(1), 131-139.
- Empson, J. (1986). *Human Brainwaves: The Psychological Significance of the Electroencephalogram*. (London: The Macmillan Press Ltd.).
- Expandir a mente. Disponível: <http://expandiramente.blogspot.com.br/2009/10/ondas-cerebrais.html>. Acesso: Dezembro/2015.
- Ferrarelli F., Smith R., Dentico D., Riedner B. A., Zennig C., Benca R. M., Lutz A., Davidson R. J., & Tononi G. (2013). Experienced mindfulness meditators exhibit higher parietal-occipital EEG gamma activity during NREM sleep. *PLoS ONE*, 8(8), e73417. PMID: PMC3518553.
- Fehmi, Lester F., and George Fritz. "Open Focus: The Attentional Foundation of Health and Well- Being." *Somatics*, Spring 1980.
- Godoy (2013). Conheça as setes funções da serotonina no organismo, *Revistas Gazeta do Arroio*, edição numero 343, 7p.
- Hauri, P.(1981). Treating psychophysiological insomnia with biofeedback.*Archives of General Psychiatry*, 38(7), 752.
- Hutchison, M. (1986). *Megabrain: New Tools and Techniques for Brain Growth and Mind Expansion*. New York: Ballantine Books.
- Hutchison, Michael. *Megabrain Power*. New York: Hyperion, 1994. pp. 22–23.
- Howard CE, Graham LE, 2nd, Wycoff SJ. A comparison of methods for reducing stress among dental students. *J Dent Educ*. 1986;50(9):542-544
- Jacobs GD, Benson H. Topographic EEG mapping of the relaxation response. *Biofeed Selfreg* 1996; 21.
- John, E. R., Pritchep, L. S., Kox, W., Valdes-Sosa, P., Bosch-Bayard, J., Aubert, E., & Gugino, L. D. (2001). Invariant reversible QEEG effects of anesthetics. *Consciousness and cognition*, 10(2), 165-183.
- Janet, P (1889). The dissociation theory of Pierre Janet, October 1989, Volume 2, Issue 4, pp 397-412.

- Kliempt, P., Ruta, D., Ogston, S., Landeck, A., & Martay, K. (1999). Hemispheric-synchronization during anesthesia: a double-blind randomized trial using audiotapes for intra-operative nociception control. In *Anesthesia*, 54, pp. 769-773.
- Lacerda, Acioly (2009). Site Globo, <http://anamariabraga.globo.com/canais/Saude/depressao-4.html>.
- Lazar SW, Bush G, Gollub RL, Fricchione GL, Khalsa G, Benson H. (2000) Functional brain mapping of the relaxation response and meditation. *NeuroReport*; 11:1581-85.
- Le Scouamec, R.P., Poirier, R.M., Owens, J.E., Gauthier, J., Taylor, A.G., & Foresman, P.A. (2001). Use of binaural beat tapes for treatment of anxiety: A pilot study of tape preference and outcomes. In *Alternative Therapies*, 7(1), pp. 58-63.
- Liliana Margarida Cardoso Manso (2012). O eletroencefalograma na patologia de hiperatividade/défice de atenção, pp. 20-27.
- Lent R (2001). Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais. São Paulo: Editora Atheneu.
- Ledoux, Joseph (2001). Cérebro Emocional: Os Misteriosos Alicerces Da Vida Emocional. Rio De Janeiro: Objetiva, 2001, 336 P.
- Lecheta (2010), Livro Google Android - Aprendendo a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK, página 18-19, 2ª Edição.
- Monroe, RA (1985). *Journeys Extremo*. New York: Doubleday.
- Morris, S.E. (1990). Hemi-sync and the facilitation of sensory integration. in *hemi-sync journal*, VIII(4), PP. 5-6
- Morris, S.E. (1996). Music And Hemi-Sync In The Treatment Of Children With Developmental Disabilities. In *Open Ear*, 2, PP. 14-17.
- Myatt. (2007). *A.Pro NetBeans IDE 5.5 Enterprise Edition*, Nova Iorque: Apress, 2007.
- Morse, D. R. “ Brain Wave Synchronizers: A Review Of Their Stress Reduction Effects And Clinical Studies Assessed By Questionnaire, Galvanic Skin Resistance, Pulse Rate, Saliva, Andelectroencephalograph, ” *Stress Medicine* 9: 111-126, 1993.
- Miltner, W. H., Braun, C., Arnold, M., Witte, H., & Taub, E. (1999). Coherence Of Gamma-Band EEG Activity as a basis for associative learning. *Nature*,397(6718), 434-436.
- Munk, M. H.(1996), Roelfsema, P. R., König, P., Engel, A. K., & Singer, W. . Role of Reticular Activation In The Modulation Of Intracortical Synchronization.*Science*, 272(5259), 271-274.
- Neil (2011). Disponível: <http://www.spinewave.co.nz/vertigo/> Acesso: Fevereiro/2016.
- Nomura T, Higuchi K, Yu H, et al (2006). Slow-wave photic stimulation relieves patient discomfort during esophagogastroduodenoscopy. *J Gastroenterol Hepatol*. 21(1 PT 1):54-58 .
- Oster, G. (1973).Auditory Beats in the Brain. Na *Scientific American* , 229, PP. 94-102.
- Ossebaard HC. Stress reduction by technology? An experimental study into the effects of brainmachines on burnout and state anxiety. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2000;25(2):93-101.
- Pandit, Smita (2014). Do Binaural Beats Induce Lucid Dreaming? Disponível: <http://www.buzzle.com/articles/do-binaural-beats-induce-lucid-dreaming.html> Acesso: Fevereiro/2016.
- Patrick GJ (1996). Improved neuronal regulation in ADHD: An application of 15 sessions of photic-driven EEG neurotherapy. *J Neurother*; 1(4):27-36.
- Peniston, E.G., and P.J. Kulkowski. (1989)“Alpha-Theta Brainwave Training and Beta-endorphin Levels in Alcoholics.” *Alcoholism* 13: 271–79.
- Pierre Janet (1989). *Pierre Janet's Treatment of Post-traumatic Stress*.
- Purves,(2004) *D. Neuroscience*. Sinauer Associates, Inc. 3RD ED. 4, 7.
- Rhodes, L. (1993). Use of the Hemi-Sync super sleep tape with a preschool-aged child. In *Hemi-Sync Journal*, XI(4), pp. iv-v.Sabbatini,(1997). R. M. E. Mapeando o cérebro. *Revista cérebro e mente*. set/nov.

- Siever, D. (2004). The application of audio-visual entrainment for the treatment of seasonal affective disorder. *Biofeedback*, 32 (3), 32-35.
- Schwartz, GE, Davidson, RJ, & Maer, F. (1975). Right hemisphere lateralization for emotion in the human brain: Interactions with cognition. *Science*, 190, 286-288.
- TecMundo (2014). Android domina 85,1% do mercado de celulares no Brasil, <http://www.tecmundo.com.br/celular/50306-android-domina-85-1-do-mercado-de-celulares-no-brasil.htm>
- Timo Laria, Pereira (1971). Mecanismo das ondas elétricas cerebrais funcionais em indivíduos hemisféricitos.
- Thomas Rossiter, (2004), The Effectiveness of Neurofeedback and Stimulant Drugs in Treating AD/HD: Part II. Replication.
- Trudeau DL,(2000), "The treatment of addictive disorders by brain wave biofeedback:a review and suggestions for future research." *Clinical Electroencephalography*. 31(1):13-22
- Waldo Zuardi, Antonio. (2014) , *Fisiologia do estresse e sua influência na saúde*. v.23.
- Walter Carlos Pereira (1971), Cesar Timo-Iaria. Mecanismos das ondas elétricas cerebrais.
- Williams, J., Ramaswamy, D. and Oulhaj, A., (2006). 10 Hz flicker improves recognition memory in older people. *BMC Neurosci*. 7, 21.
- Wilson, E.S. (1990). Preliminary study of the Hemi-Sync sleep processor. Colorado Association for Psychophysiological Research.
- Williams JH, (2001). Frequency specific effects of flicker on recognition memory. *Neuroscience*; 104(2):283-286
- Wickramasekera I, I. E. (1977). On attempts to modify hypnotic susceptibility:Some psychophysiological procedures and promising directions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 296, 143-153
- Zuardi, (2014) , *Fisiologia do estresse e sua influência na saúde*. V.23.