

Controle de ansiedade com predomínio de onda cerebral alfa de pulso médio na neurometria funcional

Anxiety control with predominance of mid-pulse alpha brain wave in functional neurometry

WOLLMEISTER, Elinara¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho é elaborar uma revisão bibliográfica com o objetivo de encontrar o melhor ritmo de onda cerebral para o controle de ansiedade no protocolo de treinamento da neurometria funcional. A prática clínica tem mostrado que ao apresentar um predomínio de onda cerebral de pulso médio o paciente consegue obter um melhor desempenho no treinamento do controle de ansiedade. Para tanto, foi feita uma busca em artigos já publicados na literatura científica com o objetivo de verificar o ritmo de onda associado ao melhor desempenho nos treinamentos por neurofeedback e biofeedback que possam auxiliar o sujeito no controle de ansiedade. Durante essa busca na literatura científica foi utilizado o operador booleano AND com o objetivo de restringir os resultados apenas aos termos da busca, que utilizou os seguintes descritores em espanhol, inglês e português: ansiedade; onda cerebral e neurofeedback. No Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) foram encontrados 8 artigos, na Pubmed foram encontrados 22 artigos, na Medline foram encontrados 6 artigos, na Bireme foram encontrados 8 artigos e no Lilacs foram encontrados 2 resultados. Foram considerados os artigos publicados nos últimos 20 anos, sendo utilizadas as publicações a partir de 1999. Portanto, foi possível realizar este estudo baseado nos 46 artigos já descritos na literatura científica, que mostraram o ritmo de onda médio, alfa, a melhor onda para obter o desempenho adequado do sujeito durante o treinamento do controle de ansiedade na neurometria funcional.

Palavras-chave: Neurometria Funcional; Ressonância Magnética Funcional; Controle de Ansiedade; Onda Cerebral; Predominio de Onda Cerebral; Ansiedade; Neurometria; Neurofeedback; feedback

SUMMARY

The objective of this study was to analyze the neurometric reaction through devices that capture signals from the nervous system, through sensors, showing the physiological and cognitive aspects of the patient. Thus, we can correlate them in a complementary model of clinical analysis, for a correct behavioral adaptation along with the diagnosis of the pro-

¹ Graduada em Psicologia; Especialista em Neuropsicologia; Pós-graduada em Psicoterapias da Infância e da Adolescência; Mestre em Ciências da Saúde; Técnica e especializanda em Neurometria Computadorizada. E-Mail: elinaraw@gmail.com

fessional. Thus, we can perceive that it is a two-way path, where cognitive favors a good physiological response, as well as the physiological signals obtained in the neurometric monitoring can potentiate the action of the cognitive. The research methodology emphasizes bibliographical and documentary research, through the deductive approach.

Keywords: *neurometry; physiology; Cognitive; nutrition; Cognitive activities; Cardiac coherence, galvanic response; Biofeedback; Neurofeedback and nervous system.*

1. INTRODUÇÃO

A Neurometria é uma metodologia multimodal que atua no campo interdisciplinar da Saúde e das Ciências do Comportamento. Constituído uma associação bem fundamentada de técnicas e procedimentos reconhecidos mundialmente e que tem por objetivo focar na interação entre o cérebro, a mente, o corpo e o comportamento através de ferramentas que agem nos fatores emocionais, sociais e que podem afetar diretamente a saúde (NCCAM Publication No D239, agosto de 2005), proporcionando alívio para o sofrimento físico e emocional, aumentando a qualidade de vida e o bem-estar.

O neurofeedback é uma técnica usada como método terapêutico para disfunções Cognitivas (Thompson et al., 2008) e pode se apresentar em três esferas cerebrais: através da conectividade neural que os circuitos neurológicos assumem, através da capacidade do cérebro em fazer neuroplasticidade ou por meio da habilidade que o cérebro possui de reintegrar as informações de locais diferentes do cérebro, como categorizar todo o conteúdo percebido pelos sentidos e pelo reforço automático do cérebro executivo, sendo esta a rede de atenção responsável pela supervisão e regulação do controle das habilidades necessárias para executar tarefas cognitivas complexas que exigem um certo grau de atenção particular ao serem executadas (Wilson e Gunkelman, 2001).

O treinamento do controle de ansiedade através da neurometria funcional possui alta eficácia e potencial no tratamento não-medicamentoso para o tratamento dos transtornos de ansiedade. O que pode ser utilizada por profissionais de saúde, principalmente para indivíduos resistentes à medicação ou aqueles que não podem utilizar o tratamento farmacológico. (Santana e Bião, 2018)

A ansiedade tem sido objeto de interesse desde a antiguidade, mas estudos sistemáticos se tornaram freqüentes a partir do século XIX. A ansiedade continua sendo estudada por autores de diversas abordagens, que ao definirem, estabelecem critérios para classificá-la de acordo com seu nível normal ou patológico (Oliveira e Duarte, 2004).

A regulação emocional deficiente e a ansiedade exagerada representam um importante marcador psicopatológico ao diagnóstico. A nível neural, esses déficits estão intimamente ligados ao controle regulatório da região pré-frontal, que encontra-se prejudicado, porém sensível ao tratamento de estimulação da amígdala. Obter controle direto sobre esses caminhos fornece, portanto, uma intervenção inovadora e promissora para regular a ansiedade exagerada. (Zhao, et. al. 2019).

A ansiedade normal é definida por Andrade e Gorenstein (1998) como uma resposta de adaptação do organismo, propulsora do seu desempenho e com com-

ponentes psicológicos e fisiológicos. A ansiedade passa a ser patológica quando a intensidade ou a frequência da resposta não corresponde à situação que a desencadeia, ou quando não existe um objeto específico ao qual se direcione. Essa classificação vai depender da situação em si, das características do indivíduo e da interpretação que ele faz da situação. A ansiedade patológica ocorre quando há uma resposta inadequada a um determinado estímulo, em virtude de sua intensidade ou duração. A patologia é definida a partir do momento em que o sofrimento trazer prejuízo à pessoa em função dos comportamentos de fuga e esquiva de situações importantes da vida acadêmica, social e profissional do indivíduo.

Nossa atividade cerebral será determinada pelos nossos ritmos biológicos de onda cerebral. Existem muitos ritmos: de desempenho cognitivo, raciocínio, relaxamento, foco e atenção, de temperatura corporal, de secreção hormonal e assim por diante. Cada ritmo apresenta um pulso predominante de onda que pode ser dividido em Gamma, Beta, Delta, Alpha e Theta.

Esses pulsos predominantes (lento, médio e rápido), nos ajudam a ditar o ritmo biológico diário e tem uma importância vital para a nossa saúde física e mental. A neurometria nos ajuda a equilibrar esses pulsos através de uma estratégia conhecida pelo predomínio de onda cerebral.

O Cérebro trabalha com todas as ondas ao mesmo tempo, mas de acordo com seu estado físico e mental, teremos uma delas mais predominante que a outra. O predomínio de qualquer tipo de pulso nervoso pode acelerar as funções fisiológicas, motoras, emocionais e racionais como também, pode diminuir outras atividades.

Para melhorar a qualidade da onda do cérebro é preciso conhecer o pulso de onda

cerebral predominante. Para tanto é aplicado no sujeito a neurometria funcional, com objetivo de avaliar o predomínio de onda cerebral e detectar o pulso de onda no cérebro durante toda a avaliação, que pode durar em média de 5 a 8 minutos. Essa avaliação é feita através de um questionário com 18 perguntas, que estimula as regiões: Frontal Central, Frontal Esquerdo, Frontal Direito, Temporal Esquerdo, Temporal Direito, Parietal Esquerdo, Parietal Direito, Axial, Occipital e Límbico.

Ao estimular essas regiões do cérebro, através de perguntas e respostas, os sensores que estão conectados (4 nas mãos e 19 na cabeça do sujeito) irão calcular exatamente o pulso cerebral predominante em todas as respostas.

Ao finalizar a avaliação teremos como resultado o pulso de onda cerebral predominante durante a análise, ou seja, o nível de onda predominante no cérebro do sujeito durante a avaliação, podendo ser: Pulso Lento, Médio ou Rápido.

O predomínio de onda cerebral tem como objetivo nos informar o ponto de partida que o cérebro se encontra, isto é, qual o ritmo cerebral predominante naquele momento para que possamos trabalhar com o sujeito inicialmente. Não adianta iniciarmos um treinamento com uma pessoa utilizando uma frequência ou ritmo cerebral de onda beta (pulso rápido), se ela está com predomínio de ondas alpha (pulso médio). É como se ligássemos uma música agitada e alta para irmos dormir, totalmente incoerente para as funções fisiológicas do momento. A partir deste momento, saber o valor no predomínio de onda cerebral do sujeito é fundamental para iniciarmos o treinamento cerebral.

É a partir do predomínio de onda cerebral dominante, ou seja, da frequência

dominante no cérebro do sujeito, conforme descrito na figura 1, também chamado de “Estado atual do cérebro”, que iremos determinar seu desempenho durante o treinamento do controle de ansiedade.

2- OBJETIVOS

2.1 Tema

Avaliação do predomínio de onda cerebral em pulso médio de onda como ferramenta para treinamento do controle de ansiedade.

Ritmo da onda	Pulso da Onda	Predominio da onda
Frequencia Baixa Pulso lento	Nível 1- Delta (0.5-3.0 ou 0-4 Hz)	Encontrada durante o sono profundo.
	Nível 2- Theta (3-7 ou 4-8 Hz)	Estado de baixa consciência. Estados hipnóticos, emoções, durante os sonhos e no sono REM. Também importante para a consolidação da memória.
Frequencia Média Pulso Médio	Nível 1- Alpha (8-11 ou 8-12 Hz)	Encontrada durante atenção plena, meditação e quietude mental. Outro caso de aumento do nível alpha é enquanto ocorre a busca de informações no cérebro. É associado a processos imaginativos.
	Nível 2- SMR ou “Beta Baixo” (12-15 ou 12-16Hz)	Ritmo Sensorio-Motor e é gerado quase que exclusivamente no lobo central do córtex. Muito comum em atletas de alta performance.
Frequência Alta Pulsos Rápidos	Nível 1 - Beta (15-18 ou 16-20 Hz)	Estado de vigília, pensamento lógico-racional, alerta, atenção seletiva, foco, concentração, criatividade, resolução de problemas e linguagem.
	Nível 2- Beta 2 (19-22 ou 20-24 Hz)	Altamente Concentrado, curiosidade e pode apresentar perfil de ansiedade.
	Nível 3- Beta-Alto (23-38 Hz)	Hiper vigilância, ansiedade extrema, pode estar relacionado ao estresse pós traumático, medo e raiva.
	Nível 4- Gamma (38-40 Hz)	Correlacionada ao processamento de estímulos táteis, visuais e auditivos.

Figura 1 - Tabela da classificação das ondas cerebrais

As ondas cerebrais podem gerar alterações em nosso comportamento da mesma forma que temos alterações nas ondas do cérebro pela mudança comportamental.

2.2 Problema

De que forma o predomínio de onda cerebral de nível médio pode vir a contribuir para o bom desempenho do sujeito no treinamento do controle de ansiedade?

2.3 Justificativa

A neurometria funcional surge como uma maneira de ensinar o indivíduo modificar alguns aspectos da sua atividade cerebral. Essa atividade é regulada através das ondas cerebrais: Delta, Theta, Alpha, Beta e Gamma, que resulta em comportamento como o sono, excitação e até ansiedade. O indivíduo aprende a influenciar sua atividade elétrica no cérebro por diferentes estados, como relaxamento, por exemplo, tornando a técnica uma chance de educar o cérebro (Fajardo e Guzmán, 2016).

Outro objetivo do Neurofeedback, em conjunto com a neurometria, é de melhorar o desempenho comportamental de acordo com o padrão de onda que esteja sendo estimulada, ao mesmo tempo que mudamos os estados emocionais através da técnica de relaxamento, que por sua vez, pode alterar a frequência e o comprimento de onda.

O Predomínio de onda cerebral é uma avaliação capaz de medir a atividade cerebral global, através de suas ondas. Esse registro é usado para estabelecer, naquele momento, sob quais fatores o cérebro pode estar trabalhando (tensão, cansaço, estresse, fadiga etc) e, dessa forma, podemos analisar tanto o estado mental ideal, quanto casos patológicos, identificando o padrão de interação neuronal momentânea.

2.4 Objetivo Geral

Mostrar a importância da avaliação do predomínio de onda cerebral que antecede as técnicas da neurometria funcional e, assim, o sujeito possa obter o melhor tratamento durante os treinamentos oferecidos, dentre eles o controle de ansiedade. Assim sendo, a neurometria funcional torna-se uma técnica mais eficaz e fidedigna como tratamento complementar das desordens

emocionais, além de ser uma técnica não invasiva..

2.5 Objetivos Específicos

Avaliar o predomínio de onda cerebral e associar ao treinamento do controle de ansiedade a fim de encontrar a melhor onda cerebral para ativar o sistema límbico do sujeito durante o controle de ansiedade.

Analisar os diferentes níveis de onda cerebral (baixo, médio e alto) para entender melhor o motivo pelo qual, determinados sujeitos apresentam baixo índice de desempenho no controle de ansiedade, além de dificuldades para relaxar e de se concentrar.

3- METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão da literatura científica. A escolha desse método foi por oportunizar um embasamento científico que permitisse através de pesquisas já realizadas, compreender o universo do predomínio de onda cerebral ideal que proporcione ao sujeito o melhor nível de desempenho no controle de ansiedade. Tendo como benefício, permitir a síntese de estudos publicados; possibilitar conclusões gerais a respeito de uma área de estudo; proporcionar uma compreensão mais completa do tema de interesse, produzindo assim, um saber fundamentado e uniforme para a realização de um cuidado diferenciado.

Segundo Cooper (1989), esse tipo de revisão é caracterizado como um método que agrega os resultados obtidos de pesquisas primárias sobre o mesmo assunto, com o objetivo de sintetizar e analisar esses dados para desenvolver uma explicação mais abrangente de um fenômeno específico. Ainda segundo o autor, um estudo de revisão é a mais ampla modalidade de

pesquisa, devido à inclusão simultânea de estudos experimentais e não-experimentais, questões teóricas ou empíricas. Diante disso, permite maior entendimento acerca de um fenômeno ou problema de saúde.

Justifica-se a revisão através de sua definição como sendo uma aplicação de estratégias científicas que limitam o viés da seleção de artigos, onde se avalia com espírito crítico os artigos e se sintetizam todos os estudos relevantes em um tópico específico (PERISSÉ, 2001). Em relação à sua importância, estudiosos afirmam que esse recurso pode criar uma forte base de conhecimentos, capaz de guiar a prática profissional e identificar a necessidade de novas pesquisas (MANCINI, 2007) e, segundo Hek (2000), constitui-se em um método moderno para a avaliação simultânea de um conjunto de dados.

4- REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Neurometria Funcional

A Neurometria Funcional está relacionada à variabilidade do funcionamento do sistema nervoso, imunológico e metabólico, ou seja, quanto maior e melhor a variabilidade desses sistemas, mais funcional e adaptativo a pessoa estará. A neurometria funcional utiliza-se de técnica não-invasiva de tratamento que quando associadas aos estímulos e ajustes cognitivos poderão intervir em ações terapêuticas e psicoterapêuticas podendo ser utilizada como uma alternativa de ação complementar ao tratamento medicamentoso, no intuito de diminuir a lacuna entre a escola bioquímica e comportamental.

Até o momento, muitos estudos foram realizados sobre o neurofeedback terapêutico e sua eficácia no tratamento de muitas

doenças. Trata-se de um procedimento seguro e não invasivo e mostra a melhora no tratamento de muitos problemas e distúrbios como transtorno de déficit de atenção e hiperatividade, ansiedade, depressão, epilepsia, insônia, dependência de drogas, esquizofrenia, dificuldades de aprendizagem, dislexia e discalculia (Mauro & Cermak, 2006).

O estudo de Mennella e colaboradores (2017) empregou um treinamento de neurofeedback para aumentar a assimetria alfa frontal (direita - esquerda), a fim de avaliar discretas alterações no poder alfa dos locais esquerdo e direito, bem como em afetos positivos e negativos, ansiedade e depressão. Trinta e duas mulheres destros foram designadas aleatoriamente para receber o neurofeedback na assimetria alfa frontal, e um treinamento de grupo controle (N = 16 em cada grupo). O grupo de assimetria mostrou um aumento na assimetria impulsionada por alfa mais alto no local ($p < 0,001$) bem como uma redução coerente nos sintomas de afeto negativo e ansiedade ($p < 0,05$). Esses achados fornecem uma forte justificativa para o uso do neurofeedback na assimetria alfa frontal, para a redução dos contextos clínicos.

Em um artigo de revisão (Mansourian, M.; et. al.; 2016), os autores mostram as aplicações clínicas do neurofeedback e seus vários protocolos de tratamento. Durante esse procedimento, os sujeitos ficam cientes das mudanças que ocorrem durante o treinamento e são capazes de avaliar seu progresso para alcançar o desempenho ideal. A colocação dos eletrodos é realizada de acordo com as funções cerebrais e sintomas específicos. Existem vários protocolos em treinamento de neurofeedback: alfa, beta, teta e delta. O protocolo teta é o mais usado.

O neurofeedback, entretanto, constitui uma forma específica ou um campo especializado de biofeedback, focado no controle da atividade eletrofisiológica do cérebro humano. Essa técnica permite que possamos ter acesso as noções básicas da atividade cerebral de eletroencefalograma estabelecidas de acordo com a frequência, medida em hertz (Hz) ou ciclos por segundo: delta (0,5-4 Hz), teta (4-8 Hz), alfa (8-12 Hz), beta (12-30 Hz) e gama (30-90 Hz). Existem também os padrões quantitativos no eletroencefalograma, que são especificamente encontrados em diferentes áreas do cérebro e que permitem identificar certos padrões anormais de função cerebral relacionados com uma grande variedade de problemas neurológicos, mentais e comportamentais (Hammond, 2005; La Vaque, 2003; Lubar, 1997).”

Outro objetivo do neurofeedback é a melhoria do desempenho, com base nas medições registradas no eletroencefalograma e seus comportamentos ou estados de concentração referente ao padrão de ondas; isto é, como os estados emocionais, ou de relaxamento e concentração de uma pessoa pode fazer com que seu ritmo e duração de onda cerebral seja mais rápida ou mais lenta, e como eles influenciam sua amplitude e voltagem (Sherlin, Larson & Rebecca, 2013).

O neurofeedback associado a imagem da ressonância magnética funcional em tempo real torna-se uma ferramenta promissora para melhora da regulação emocional em alguns grupos de pacientes com distúrbios associados ao comprometimento da regulação emocional. O aumento da emoção positiva através da imagem da ressonância magnética funcional em tempo real no neurofeedback foi experimentado em pacientes com depressão e na diminuição da ansiedade em pacientes com trans-

tornos de ansiedade (Linhartov P.; et. Al., 2019).

4.2 Controle de Ansiedade

A ansiedade é um mecanismo biológico utilizado pelo organismo como proteção diante de uma ameaça. De modo geral é um sentimento desencadeado pela expectativa de algum evento, real ou não, que pode pôr em risco a sobrevivência do organismo. Esse sentimento pode desencadear alterações no Sistema Nervoso Autônomo, que possui a função de preparar o organismo para tomar as medidas necessárias a fim de que os possíveis prejuízos não sejam concretizados (Vasconcelos, Costa & Barbosa, 2008).

Em um estudo realizado no serviço de consulta externa do Instituto Nacional de Psiquiatria, na cidade do México (Coy, P. C.; et. al., 2005) apresentou os dados de 32 pacientes com diagnóstico de transtorno do pânico que receberam o tratamento nesta instituição. Os pacientes foram designados aleatoriamente para um dos dois grupos: grupo controle (N = 14): recebeu apenas tratamento farmacológico com imipramina em doses diárias de 75mg; grupo experimental (N = 18): além de receber o mesmo manejo farmacológico do grupo controle, participou de oito sessões de treinamento de relaxamento assistido por biofeedback multimodal. Todos foram avaliados com as seguintes escalas: Inventário de Ansiedade, Inventário de Ansiedade de Beck e Inventário de Depressão de Beck.

Na comparação entre os grupos, observou-se que a sensibilidade à ansiedade dos pacientes que receberam treinamento do relaxamento no biofeedback diminuiu significativamente, em contraste com o grupo de pacientes que apenas receberam

tratamento farmacológico. Esse achado tem implicações para a etiologia cognitivo e comportamental, pois o fator cognitivo de sensibilidade da ansiedade foi modificado significativamente apenas no grupo experimental. De acordo com o objetivo da investigação (avaliar a eficácia da intervenção comportamental cognitiva na frequência e intensidade dos sintomas de ansiedade), observou-se que a imipramina e a intervenção psicológica tem efeitos favoráveis, pois do relato verbal dos pacientes, segue-se que eles tinham pouco ou nenhum sintoma de crise de ansiedade. Isso é consistente com os dados relatados na bibliografia internacional quanto à eficácia dos tratamentos combinados (COTTRAUX J.; 1996). No entanto, em pacientes do grupo controle, permanece o medo de que no futuro, quando o medicamento fosse retirado, eles poderiam retornar sentir-se mal. Por outro lado, para pacientes do grupo experimental, o medo dos sintomas físicos é menor porque eles sentem que podem controlá-los. Os dados obtidos parecem apoiar a conclusão de que os pacientes do grupo experimental aprenderam lidar com os sintomas de ansiedade

de outra maneira através da “retribuição” de mudanças fisiológicas, pois eles experimentam estar ansiosos. Então, de acordo com os resultados desta pesquisa, o relaxamento assistido com o biofeedback afeta a retribuição da sintomatologia. Por outro lado, é importante notar que os mecanismos de intervenção terapêutica que favorecem as mudanças na sintomatologia clínica, têm a ver com a interação emocional, cognitiva e com as percepções associadas as sensações de ameaça e de perigo (Wickramasekera, 1999).

Por outro lado, supõe-se que, nos pacientes do grupo experimental diminuíram as pontuações na escala do índice de sensibilidade à ansiedade (Figura 1) o que poderia estar associado a vantagens que eles têm por terem aprendido durante o acompanhamento por biofeedback, sabendo agora como lidar com sua sintomatologia em caso de recorrência. No entanto, o mesmo não pode ser dito para os pacientes do grupo controle, porque atribuíram apenas ao medicamento sua melhora, e essa é a sua alternativa de enfrentamento mais importante.

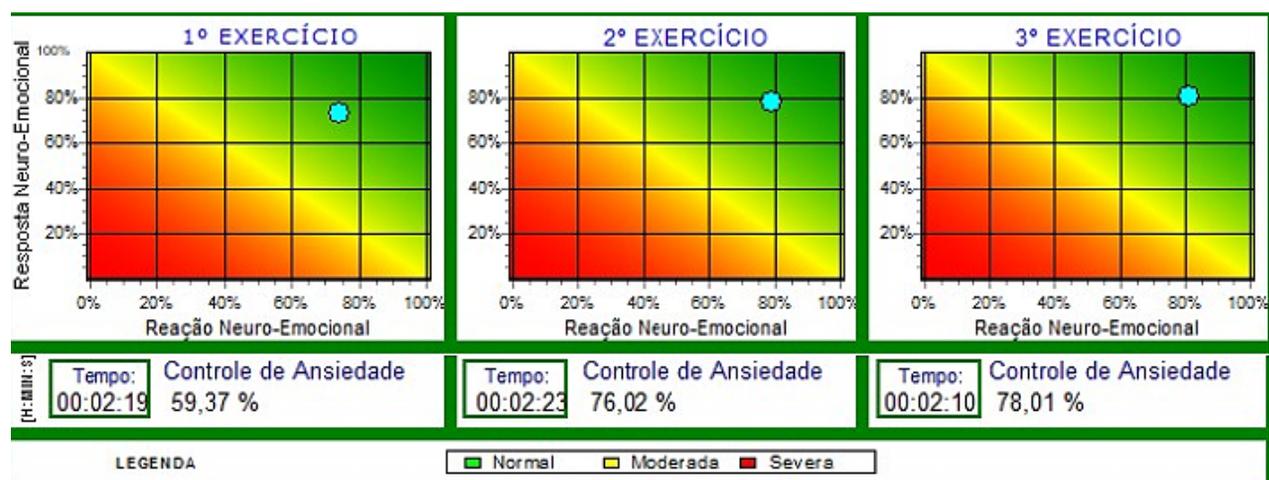


Figura 1 – Controle de Ansiedade após sessão de relaxamento assistida por biofeedback diminuíram as pontuações na escala do índice de sensibilidade à ansiedade em paciente do sexo feminino com 45 anos de idade, elevando os índices de controle de ansiedade de 59,37 % para 78,01% no terceiro exercício.

Em um projeto randomizado controlado por simulação cruzada, 26 indivíduos saudáveis com alta ansiedade foram submetidos ao treinamento de neurofeedback guiado por ressonância magnética funcional em tempo real para melhorar a conectividade entre o córtex pré-frontal ventrolateral e a amígdala (via alvo) durante a exposição à ameaça. A manutenção do controle regulatório foi avaliada após 3 dias e na ausência de feedback. As mudanças induzidas pelo treinamento na conectividade funcional da via alvo nos diferentes níveis de classificação da ansiedade mostraram a importância da viabilidade, da relevância funcional e da manutenção de um novo treinamento em neurofeedback por imagem de ressonância magnética funcional em tempo real informado pela conectividade. O treinamento do alvo, aumentou significativamente a conectividade da amígdala com o córtex pré-frontal ventrolateral e diminuiu os níveis de ansiedade. O aumento dos níveis de conectividade foi significativamente associado à maior redução da ansiedade. No acompanhamento, o controle volitivo sobre a via alvo foi mantido na ausência de feedback. (Zhao, et. al. 2019).

4.3 Predomínio de Onda Cerebral

O córtex cerebral é composto por bilhões de neurônios organizados em grupos funcionais interconectados através de um sistema complexo de trilhos ou trechos que conectam as diferentes partes ou regiões do córtex cerebral entre si e com as estruturas subcorticais (Capilla e Carretié, 2015). Durante a operação de um cérebro normal, essas redes e estruturas neurais mostram uma atividade rítmica com uma frequência entre 1 e 100 Hz ou mais e pode ser medido externamente em todo o espectro.

Esses núcleos ou conjuntos neuronais corticais produzem ciclos de atividade constantes nos quais sequencialmente neurônios são recrutados, ativados nas tarefas de processamento e desativados. Dessa forma, quando examinamos a atividade cerebral através do eletroencefalograma em uma região determinada do cérebro podemos identificar a atividade rítmica dominante, o que é indicativo do estado geral de ativação ou relaxamento dessa região cerebral (Maestú, Pereda e Del Pozo, 2015).

Nenhum desses estados é melhor ou pior que o outro, uma vez que a atividade de um cérebro normal e saudável é mudar continuamente seu nível de atividade neuronal de maneira flexível entre esses extremos, ativando as diferentes regiões do cérebro em nível mais apropriado de atividade neuronal em concordância com as demandas do meio ambiente.

Em resumo, o registro do eletroencefalograma inclui um mix considerável de frequências de onda (oscilações), embora tenha o predomínio de um tipo particular de onda ou estado que chamamos delta, teta, alfa, SMR, beta ou gama.

Cada uma dessas ondas ou ritmos cerebrais estão associadas a certas características fisiológicas (e psicológicas) que os definem com uma propriedade maior que suas características temporais (frequência ou oscilação) e espacial (amplitude). Assim por exemplo, o ritmo delta, o mais lento de todos (0,5-3,5 Hz), não tem uma forma rítmica sinusoidal clara, mas é bastante irregular em sua aparência visual e mostra a aparência de uma pequena quantidade de ondas. A atividade cortical delta é normal na maioria das pessoas.

O ritmo teta (4-7 Hz) é mediado por mecanismos subtalâmicos e também geralmente tem uma aparência visual irregular

ou não rítmico (sinusoidal). A manifestação de uma certa quantidade de atividade teta é normal, especialmente nas áreas frontais, associado ao movimento. Porém, a atividade teta excessiva está associada a diferentes formas de desregulação cerebral, como problemas de atenção.

As ondas alfa estão entre as frequências de 8 a 12 Hz e a principal característica desse ritmo cerebral é sua associação com o sistema visual, registrado principalmente na área occipital, que aumenta claramente quando fechamos os olhos. O ritmo alfa tem uma forma visual sinusoidal e simétrica, com altos e baixos rítmicos da onda. A origem deste ritmo está associada à reverberação tálamo-cortical e parece estar envolvendo as vias visuais e o córtex visual primário. Em nível experiencial, a pessoa nesse estado está relaxada, mas ciente.

O ritmo beta baixo é um dos ritmos cerebrais mais interessantes, em grande parte por causa da inclusão no ritmo sensorio-motor (SMR: 12-15 Hz) registrado no córtex cerebral sensorio motor, que se sobrepõe amplamente às ondas alfa, devido à reverberação tálamo-cortical. O treinamento com neurofeedback é utilizado para controlar esse ritmo e foi demonstrado de grande utilidade clínica em pacientes com distúrbios epiléticos (Serman, 2010; Serman e Egner, 2006), em crianças com distúrbios de atenção e hiperatividade (Arns et al., 2009) e com problemas de insônia (Basar, 1999).

As ondas beta (15-20 Hz) estão claramente relacionadas ao estado de ativação cerebral e mental associada a uma atividade cognitiva de alerta e autoconsciência e do meio ambiente. O treinamento de neurofeedback em beta é um dos recursos mais utilizados como forma de aumentar a ativação de áreas cerebrais específicas com

déficits nas atividades e problemas clínicos: cognitivos e comportamentais.

A atividade da onda beta alto (20-35 Hz) pode ser registrada em áreas próximas às regiões frontais (Figura 1). Também está associado à ativação cerebral e à melhor comunicação entre os centros corticais (Buzsaky, 2006), e, portanto, com melhorias de desempenho em várias tarefas cognitivas. Quanto às suas possíveis aplicações práticas e clínicas da atividade beta, em geral, estão associados aos estados de maior conscientização e tarefas mentais deliberadas, embora também tenham sido observadas associações com estados de preocupação excessiva e sintomas obsessivos (Demos, 2005).

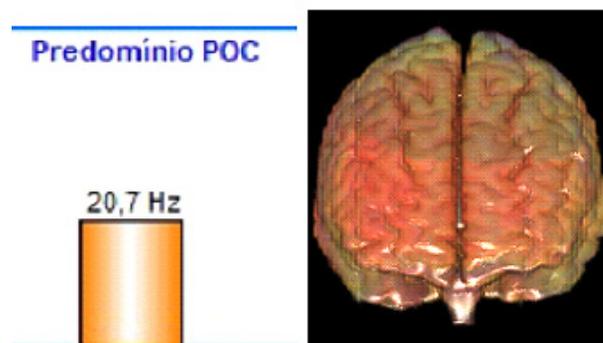


Figura 2 – Atividade de onda beta alto associada a ativação da região frontal em paciente do sexo feminino de 54 anos de idade.

O ritmo gama (35-45 Hz) é a frequência mais alta e de uma amplitude extremamente baixa, razão pela qual tem sido detectado muito mais recentemente e incorporado a outros ritmos cerebrais convencionais. A aparência desse ritmo é o de um padrão dessincronizado (Buzsaky, 2006). O estado gama está associado à atividade e integração, ao processamento cognitivo de informações de alto nível e a vinculação e integração de novas informações. Entre as suas principais aplicações práticas estão os problemas de percepção e a melhoria

da eficácia mental e linguagem associada a diferentes problemas de aprendizagem..

Para Sherlin et al. (2013), a importância de obter informações sobre o cérebro reside na justificação subsequente da mudança alcançada, com base nas informações esclarecidas pelo neurofeedback, sobre o funcionamento de cada uma das ondas cerebrais.

O estudo de Hardt (2012) teve por objetivo determinar se o treinamento de neurofeedback das ondas cerebrais alfa pode ter resultados psicológicos positivos, reduzindo a ansiedade e outras psicopatologias. A coorte do estudo participou do treinamento de neurofeedback de ondas cerebrais alfa por 76 minutos (dia 1) a 120 ou mais minutos (dias 5-7). Quarenta voluntários adultos foram recrutados no Canadá. A coorte variou de 25 a 60 anos e incluiu homens e mulheres. Os dados foram obtidos para determinar a eficácia desse treinamento, realizando quatro testes psicológicos (Inventário de Personalidade Multifásica de Minnesota e as formas de traços da Lista de Verificação Adjetiva de Múltiplos Afetos, Escala de Humor de Clyde e Perfil dos Estados de Humor) no primeiro dia antes do início do treinamento e no sétimo dia após a conclusão do treinamento. Os dados do eletroencefalograma também foram compi-

lados ao longo do treinamento e analisados como um fator do processo de treinamento. Os dados pós-intervenção mostraram resultados positivos com redução da psicopatologia quando comparados aos dados dos testes anteriores ao treinamento. A análise desses dados mostrou melhora em várias áreas da psicopatologia. O treinamento de neurofeedback das ondas cerebrais alfa diariamente por 7 dias apresenta resultados psicológicos positivos em adultos do sexo masculino e feminino, medidos pelos dados de quatro testes psicológicos dos participantes. (Hardt JV, 2012)

O treinamento do neurofeedback produz modulações plásticas e conectividade funcional da rede neural de modo padrão em indivíduos saudáveis. No estudo elaborado por Kluetsch e colaboradores (2014), avaliaram se uma única sessão de treinamento de neurofeedback destinada à redução voluntária da amplitude do ritmo alfa (8-12 Hz) estaria relacionada a diferenças nas oscilações da rede no eletroencefalograma com a conectividade por ressonância magnética funcional em tempo real e medidas subjetivas do estado de ansiedade e excitação em um grupo de indivíduos com transtorno de estresse pós-traumático. Vinte e um indivíduos com transtorno de estresse pós-traumático relacionados a

RESULTADO DO PREDOMÍNIO NO POC: Pulso Rápido (Nível 2)



Figura 3 – Paciente do sexo feminino com 54 anos de idade submetido a avaliação do Predomínio de Onda Cerebral em Neurometria com resultado de frequência de onda alta e prejuízo no foco e atenção na região do córtex frontal, associada a aprendizagem.

abuso infantil foram submetidos a 30 min de treinamento em neurofeedback com eletroencefalograma, precedido e seguido por uma ressonância magnética em estado de repouso. O neurofeedback dessincronizador alfa foi associado à diminuição da amplitude alfa durante o treinamento, seguida por um aumento significativo ('rebote') na sincronização alfa no estado de repouso. Essa recuperação estava ligada ao aumento da calma, maior conectividade neural e maior conectividade de rede de modo padrão com o giro cingulado posterior bilateral (figura 4), giro frontal médio direito (figura 5) e córtex pré-frontal medial esquerdo (Figura 6). Este estudo representa um primeiro passo para elucidar os potenciais neurais e neurocomportamentais que mediam os efeitos do tratamento com neurofeedback nos sistemas reguladores no transtorno de estresse pós-traumático. Além disso, ele documenta pela primeira vez o resultado de um eletroencefalograma espontâneo 'rebote' após o neurofeedback, apontando para mecanismos homeostáticos e compensatórios que operam no cérebro.

Hammond (2007) explica como o treinamento com neurofeedback pode modificar a predisposição biológica de doenças como transtornos de ansiedade e depressão e em seu estudo mostra os resultados da comparação entre o treinamento com

30 sessões de neurofeedback e administração de medicamentos ansiolíticos e antidepressivos. Como resultado, obteve uma diminuição na predisposição biológica da estimulação da atividade alfa do hemisfério esquerdo.

Um estudo de Raymond, Varneya, Lesley e Gruzelier (2005), direcionado aos aspectos da personalidade, avaliou um grupo de sujeitos com as escalas como o Profile of Mood States (POMS) e o Inventário Multifásico de Personalidade de Minnesota (MMPI), aplicando sessões de protocolo alfa / teta, simultaneamente com as escalas psicométricas. O estudo reflete como a técnica do biofeedback sob o protocolo mencionado, pode normalizar traços de personalidade desviantes e aumentar os sentimentos de bem-estar. Os resultados mostram mudanças na personalidade a partir de melhorias no estado de ânimo. Desta forma, os sujeitos mostraram-se emocionalmente mais estáveis, socialmente mais ousados e geralmente relataram sentirem-se melhor consigo mesmos (Kleinnijenhuis, 2007).

5. CONCLUSÃO

Os presentes resultados demonstram pela primeira vez que a auto-regulação bem-sucedida de circuitos reguladores de cima para baixo entre o pré-frontal (Figura 5 e 6)

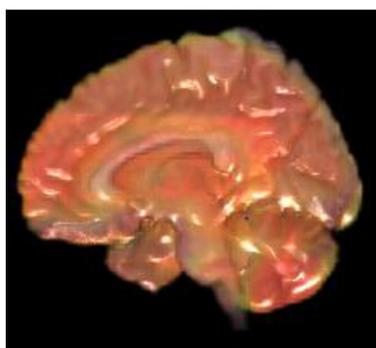


Figura 4 – Giro Cingulado Bilateral

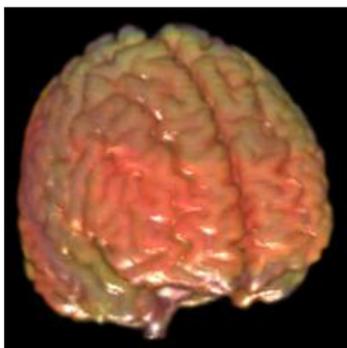


Figura 5 - Giro Frontal Médio Direito

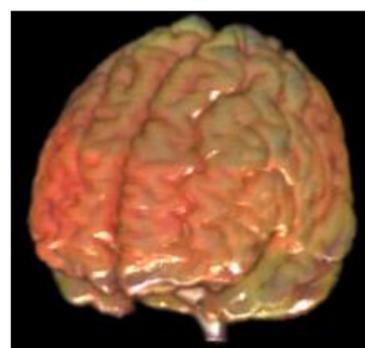


Figura 6 – Córtex Pré-Frontal Esquerdo

e a amígdala (Figura 4) pode representar uma nova intervenção para controlar a ansiedade. Como tal, os presentes achados ressaltam tanto a contribuição dos circuitos pré-frontais da amígdala para a regulação da emoção quanto o potencial terapêutico do neurofeedback em tempo real informado são eficazes (Figura 7) para o controle da ansiedade (Zhao, et. al. 2019).

O tratamento com neurofeedback também podem melhorar significativamente os sintomas depressivos. Além disso, os sintomas de ansiedade e a gravidade da doença clínica diminuíram significativamente após o tratamento com neurofeedback. Apesar de suas várias limitações os estudos têm sugerido que o neurofeedback tem efeitos significativos em pacientes com transtorno depressivo maior.

Para Sherlin et al. (2013), a importância de obter informações sobre o cérebro reside na justificação subsequente da mudança alcançada, com base nas informações esclarecidas pelo neurofeedback, sobre o funcionamento de cada uma das ondas cerebrais.

Através do uso de dispositivos eletrônicos e de determinadas técnicas de aprendizado, o sujeito irá aprender a controlar voluntariamente o funcionamento do

seu sistema biológico e, como consequência, controlar seus distúrbios psicofisiológicos ou psicossomáticos relacionados ao mau funcionamento do mesmo (Carrobes, 2016).

O treinamento em neurofeedback é adaptado à pessoa e às suas necessidades particulares (Kleinnijenhuis, 2007), embora ainda seja necessário que investigações futuras possam ser implementadas para que sejam elaborados novos protocolos para a aplicação de neurofeedback para otimizar o treinamento individual de acordo com o padrão de onda de cada indivíduo (Bazanova, Jafarova, Mazhirina, Mernaya e Shtark, 2008).

Conclui-se que a intervenção integral é possível com o uso da técnica, como tem sido usado com sucesso tanto no tratamento de várias patologias como no processo de implementação e melhoria em outras áreas como esportes, arte e ciência (Beauchamp et al., 2012).

Portanto, o neurofeedback é uma técnica ou procedimento não invasivo, construído a partir dos diferentes instrumentos encefalográficos, que permitem determinar o relacionamento existente entre a atividade das ondas cerebrais e a execução de tarefas cognitivas, das quais realiza uma

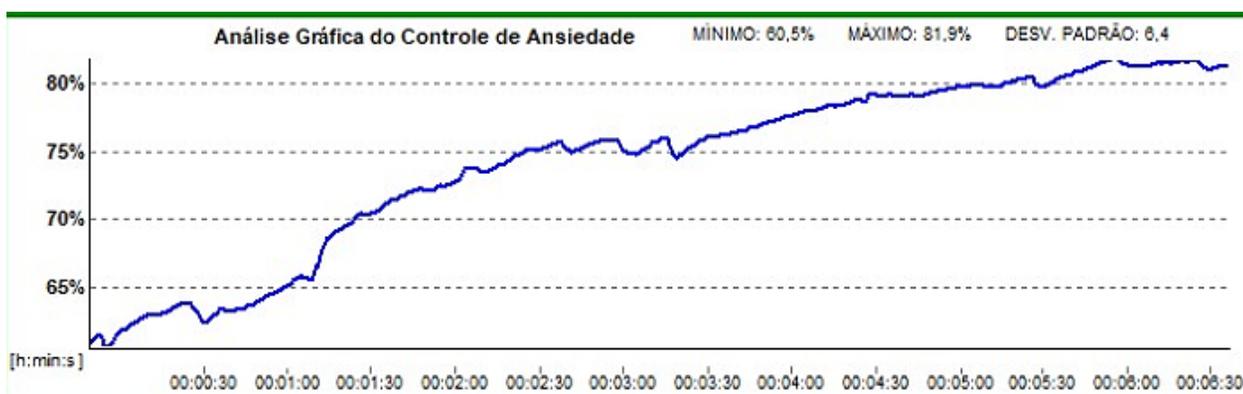


Figura 7 – Gráfico do controle de ansiedade associado aos circuitos de ativação dos lobos pré-frontais e da amígdala em paciente de 45 anos do sexo feminino.

observação complementar (NIV, 2013).

A maioria dos estudos citados enfatiza a importância de interpretar os resultados, para tanto é necessário conhecer a descrição e a funcionalidade de cada onda cerebral, atribuir um papel a essa onda e sua localização subsequente no desenvolvimento cognitivo de uma tarefa específica.

Como recomendações gerais para futuras pesquisas está claro o quanto é necessário criar e implementar protocolos que sejam específicos para cada situação em particular, aumentando seu uso, já que até o momento sua eficácia foi demonstrada com sucesso.

6. REFERÊNCIAS

- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Bretelet, M. y Coenen, A. (2009). **Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis**. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40, 180–189.
- Bazanava, O., Jafarova, O., Mazhirina, K., Mernaya, E. & Shtark, M. (2008). **Optimal functioning: Psychophysiological bases and neurofeed - back training**. Symposium Abstracts International Journal of Psychophysiology, 69, 139- 205.
- Beauchamp, M., Harvey, R. & Beauchamp, P. (2012). **An Integrated Biofeedback and Psychological Skills Training Program for Canada's Olympic Short-Track Speedskating Team**. *Journal of Clinical Sport Psychology*. Science Direct, 6, 67-84.
- Hammond, C. (2005). **Neurofeedback treatment of depression and anxiety**. *Journal of Adult Development*, 12(2-3).
- Hammond, C. (2007). **Neurofeedback for the enhancement of athletic performance and physical balance**. *The Journal of the American Board of Sport Psychology*, (1), 2-6.
- Hammond, D. C. (2005). **Neurofeedback treatment of depression and anxiety**. *Journal of Adult Development*, 12, 131–137.
- Kleinnijenhuis, M. (2007). **Comparison of SMR and SCP training employing a newly developed discrete-trial based biofeedback system. Implications for brain-computer interfaces, neurofeedback and the interrelationship between SCP and SMR networks**. Tesis de Maestría no publicada. Radboud Universiteit Nijmegen. Holanda. Koob, G. & Volkow, N. (2010). *Neurocircuitry of addiction*. *Neuropsychopharmacology*, 35(1), 217-238.
- Raymond, J., Varneya, C., Lesley, A. & Gruzelier, J. (2005). **The effects of alpha/theta neurofeedback on personality and mood**. *Cognitive Brain Research*, 23, 287–292.
- Sherlin, L, Larson N. & Rebecca M. (2013). **Developing a performance brain training TM Approach for baseball: A process analysis with descriptive data**. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. 38, 29-44.
- Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J. & Gruzelier, J. (2008). **EEG applications for sport and performance**. *Methods, Department of Psychology*, 3(45), 279-288.
- Zhao, Zhiying; Yao, Shuxia; Li, Keshuang; Sindermann, Cornelia; Zhou, Feng; Zhao, Weihua; Li, Jianfu; Lührs, Michael; Goebel, Rainer; Kendrick, Keith M; Becker, Benjamin. **Real-Time Functional Connectivity-Informed Neurofeedback of Amygdala-Frontal Pathways Reduces Anxiety**. *Psychother Psychosom*; 88(1): 5-15, 2019.
- Mennella, Rocco; Patron, Elisabetta; Palomba, Daniela. **Frontal alpha asymmetry neurofeedback for the reduction of negative affect and anxiety**. *Behav Res Ther*;

92: 32-40, 2017.

Kluetsch RC1, Ros T, Théberge J, Frewen PA, Calhoun VD, Schmahl C, Jetly R, Lanius RA. **Plastic modulation of PTSD resting-state networks and subjective wellbeing by EEG neurofeedback.** Acta Psychiatr Scand. 2014 Aug;130(2):123-36.

Hardt JV. **Alpha brain-wave neurofeedback training reduces psychopathology in a cohort of male and female Canadian aboriginals.** Adv Mind Body Med;26(2):8-12, 2012.

Coy, Patricia Campos; Cárdenas Samuel Jurado; Cabrera, Danelia Mendieta; Zirot, Gady Zabiky; Claros, Miguel Silva. **Tratamiento psicofisiológico y conductual del trastorno de ansiedad.** Salud Mental, Vol. 28, No. 1, febrero 2005

Niv, S. (2013). **Clinical efficacy and potential mechanisms of neurofeedback.** Personality and Individual Differences, 54, 676-686.

Capilla, A. y Carretié, L. (2015). **Bases neurofisiológicas de las oscilaciones cerebrales.**

Cottraux J. **La place des psychothérapies dans la prise en charge du trouble panique.** L'Encéphale, 5:54-60,1996.

Oliveira, Maria Aparecida e Duarte, Ângela Maria Menezes. **Controle de Respostas de Ansiedade em Universitário em Situações de Exposições Orais.** Rev. Bras. de Terapia Comportamental e Cognitiva 2004, Vol. VI, nº 2, 183-199

Wickramasekera I. **How does biofeedback reduce clinical symptoms and do memories and beliefs have biological consequences? Toward a model of mind-body healing.** Appl Psychopby biofeed, 24 (2): 91-105, 1999.

Linhartov, P. et al. **fMRI neurofeedback in**

emotion regulation: A literature review. NeuroImage 193 (2019) 75–92.

Mansourian, M., et al. (2016). **Neurofeedback: system design, methodology & clinical applications.** Basic and Clinical Neuroscience, 7(2), 143-158.

Mauro, T., & Cermak, S. A. (2006). **The Everything Parent's Guide to Sensory Integration Disorder: Get the Right Diagnosis, Understand Treatments, and Advocate for Your Child.** USA: Adams Media Corporation.

Carrobbles, J. A. **Bio/ neurofeedback.** Clínica y Salud 27 (2016) 125–131

Fajardo, A. A. y Guzmán A. L. **Neurofeedback, aplicaciones y eficacia.** Interdisciplinarla, 2016, 33, 1, 81-93

Andrade, L. H. S. G & Gorenstein, C. (1998). **Aspectos gerais das escalas de avaliação da ansiedade.** Revista de Psiquiatria Clínica: 25, nov/dez.

Vasconcelos, A. D., Costa, C., & Barbosa, L. N. (2008). **Do Transtorno de Ansiedade ao Câncer.** Revista SBPH, 11 (2), 51 - 71.

Santana, Claudson Cerqueira, & Bião, Melilde Araújo Silva. (2018). **Eficácia do neurofeedback no tratamento da ansiedade patológica e transtornos ansiosos: revisão sistemática da literatura.** Psicologia, Saúde & Doenças, 19(2), 234-242.

En F. Maestú, E. Pereda, y F. del Pozo (2015 Eds.), **Conectividad Funcional y Anatómica en el Cerebro Humano** (2nd ed., pp. 29–37). Barcelona: Elsevier.

Basar, E. (1999). **Brain function and oscillations: II. Integrative brain function.** Neurophysiology and Cognitive Processes. Heidelberg: Springer-Verlag.

Buzsaky, G. (2006). **Rhythms of the brain.** New York: Oxford Press.

Demos, J. N. (2005). **Getting started with Neurofeedback**. New York: Norton and Company.

La Vaque, T. J. (2003). **Neurofeedback, neurotherapy, and QEEG**. En D. Moss, A.

Lubar, J. F. (1997). **Neocortical dynamics: Implications for understanding the role of Neurofeedback and related techniques for the enhancement of attention**. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 22(2), 111–126.

Sterman, M. B. (2010). **Biofeedback in the treatment of epilepsy**. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 77(Suppl. 3), S60–S67. Review.

Sterman, M. B. y Egner, T. (2006). **Foundation and practice of neurofeedback for the treatment of epilepsy**. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 31(1), 21–35. Review

Cooper, H.M. **Integrating Research: a guide for literature reviews**. 2. ed. London SAGE publication, [s.l], v.2, p.155, 1989.

Perissé, A.R.S 2001. **Revisões sistemáticas e diretrizes clínicas**. Rio de Janeiro: Reichmann e Afonso, 2001.

Mancini, M.C. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica**. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n1/12.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

Hek G. **Systematically searching and reviewing literature**. *Nurse researcher*. 2000.