



Neurofeedback hemoencefalográfico (HEG): possibilidades de aplicações no campo da saúde

Hemoencephalography Neurofeedback (HEG): possibilities of applications on health field

Igor Londero^a, July Silveira Gomes^b

^aPesquisador do ProDAH - Programa de Transtornos de *Deficit* de Atenção/Hiperatividade do Serviço de Psiquiatria da Infância e Adolescência - Hospital de Clínicas de Porto Alegre/UFRGS; ^bPesquisadora LINC – Laboratório Interdisciplinar de Neurociências Clínicas UNIFESP

Resumo

A técnica de *neurofeedback*, também conhecida como *biofeedback* neurofisiológico, é não invasiva e visa a autorregulação de processos neurofisiológicos básicos. Nos últimos anos o treinamento com *neurofeedback* vem apresentando resultados promissores nos campos da saúde, educação e esportes, sendo esse processo empregado desde o tratamento complementar dos transtornos de ansiedade e *deficit* de atenção até em treinamentos para alto desempenho. A presente revisão tem como objetivo apresentar a técnica de *neurofeedback* hemoencefalográfico (ou HEG *neurofeedback*, de *Hemoencephalography neurofeedback*), suas possibilidades de aplicação no treinamento da autorregulação do lobo pré-frontal e suas consequentes aplicações no campo da saúde.

Palavras-chave: biorretroalimentação; *biofeedback* neurofisiológico; *neurofeedback* hemoencefalográfico; espectroscopia por infravermelho próximo; *neurofeedback* HEG.

Abstract

Neurofeedback, also called as neurophysiological biofeedback, is a non-invasive technique for self-regulation of basic neurophysiological processes. On the last years, the neurofeedback training has shown promising results on health, education, and sports applications and it has been used as a complementary treatment for attention deficit disorders, as well as to high performance training. This review has the aim to discuss about the HEG neurofeedback as a technique for self-regulatory training of pre-frontal lobe and its possible applications, especially on the health field.

Keyword: *neurofeedback, neurophysiological biofeedback, hemoencephalography neurofeedback, near infrared spectroscopy, HEG neurofeedback.*

Autores de Correspondência:

I. Londero - Rua Vieira de Castro, 50/202 bairro Farroupilha – Porto Alegre/RS – CEP 90040-320. E-mail para correspondência: igor.londero@terra.com.br;

J. S. Gomes - Tv. Nildo N. Fernandes, 94, Ingleses. Florianópolis, SC. CEP 88058-320. E-mail para correspondência: julyneurop@gmail.com

1. Introdução

O *biofeedback* neurofisiológico, ou *neurofeedback*, surgiu da junção de pesquisas em Neurologia, Fisiologia e Psicologia Experimental e baseia-se no registro e na análise precisos de atividades cerebrais, por um processo em que os parâmetros analisados são selecionados e apresentados em tempo real para quem se está treinando, na forma de autoinformação (*feedback*). Tais parâmetros representam determinados processos fisiológicos, que normalmente são ignorados e escapam ao controle e à percepção humanos. Desse modo, a técnica de *neurofeedback* funciona para o cérebro como uma espécie de espelho: ao utilizar-se do sinal de autoinformação, o

paciente aprende a controlar melhor esses parâmetros (Demos, 2005; Swingle, 2008).

Atualmente, as modalidades de *neurofeedback* mais acessíveis ao uso clínico são a eletroencefalografia (EEG) e a hemoencefalografia (HEG). O *neurofeedback* EEG é a mais conhecida e tradicional modalidade de *biofeedback* neurológico, tanto pela sua evolução no tempo (nasceu na década de 1950) como pelos inúmeros estudos já conduzidos e que demonstram sua eficácia. Já o *neurofeedback* HEG, menos difundido, foi criado em 1995 e é considerado uma promessa no campo das neurociências (Swingle, 2008).

2. Princípios da aprendizagem de autorregulação fisiológica

O processo de aprendizagem em que se baseia o treinamento com *neurofeedback* é chamado de *condicionamento operante*, princípio descrito por Skinner em 1953 (Skinner, 1953/2000), no qual o organismo é capaz de aprender estratégias para controlar e modificar suas respostas incondicionadas, desde que consiga discernir os estímulos eliciadores que desencadeiam tais respostas (condicionamento respondente) e que as consequências sejam reforçadas adequadamente, tanto positiva quanto negativamente. A aprendizagem ocorre pelo princípio da modelagem e generalização da resposta, pois o próprio organismo, ao experimentar as consequências reforçadoras de determinados comportamentos operantes (*feedback* = Estímulos Discriminativos, ou SD), tende a utilizar essas estratégias aprendidas quando discrimina que elas são mais funcionais e gratificantes. Com condicionamento apropriado e treinos de *neurofeedback* de forma contínua, é possível ao paciente (cérebro e, assim, indivíduo) controlar processos cerebrais de forma consciente e intencional e, conseqüentemente, melhorar os processos biológicos básicos, tornando-os mais funcionais (Finley, 1977).

O estudo experimental pioneiro conduzido por Wyrwicka e Serman (1968) com gatos, demonstrou que era possível condicionar a autorregulação de ondas cerebrais específicas na região definida como córtex sensorio-motor, que compreende a parte medial do córtex cerebral (Cz, C3 e C4). Nesse estudo, o condicionamento baseava-se na gratificação (alimento) contingente à pressão que o gato exercesse em uma barra, com a condição de que as ondas cerebrais deveriam estar na faixa de frequência de 12 a 20 Hz, equivalente a ondas de frequência Beta. Observou-se, no entanto, que além de os gatos serem condicionados a produzir maior predomínio de ondas Beta, ou seja, se autorregularem para serem gratificados, aqueles que produziam mais ondas na faixa de 12 a 14 Hz durante o condicionamento apresentaram diminuição da agitação motora e melhora na socialização tanto com humanos como entre outros gatos. Essa frequência de onda, de 12 a 14 Hz, é equivalentemente reconhecida em humanos como ritmo sensorio-motor (do inglês *sensorimotor rhythm*, ou SMR) (Wyrwicka & Serman, 1968; Demos, 2005; Gruzelier, Egner & Vernon, 2006; Swingle, 2008).

3. *Neurofeedback* eletroencefalográfico (EEG)

O *neurofeedback* EEG baseia-se no monitoramento e retroalimentação da atividade elétrica cerebral. Em 1963, Joe Kamiya, estudando estados alterados de ondas cerebrais, decidiu

examinar a capacidade subjetiva do indivíduo de diferenciar os tipos de ondas geradas pelo próprio cérebro. O pesquisado era examinado por eletroencefalograma e era perguntado se ele se sentia

em determinado estado, no caso, o estado Alfa. Verificava-se, através do EEG, se a resposta era condizente ou não. Nos primeiros treinos, percebeu-se que a pessoa errava muito (em relação aos resultados esperados), mas que depois de alguns dias de treino ela conseguia identificar corretamente o momento em que estava em Alfa, conseguindo, até mesmo, induzir a si mesma a esse estado. Demonstrou-se, a partir daí, que era possível às pessoas aprenderem a controlar, conscientemente, aspectos do funcionamento geral do cérebro, o estado de consciência e a qualidade de funcionamento da mente (Demos, 2005).

A primeira aplicação terapêutica de *neurofeedback* EEG reconhecida mundialmente no meio acadêmico ocorreu em 1971, feita pelo pesquisador Barry Sterman, quem conduziu treinos de aumento da predominância de ondas SMR para redução da frequência de ataques epiléticos em humanos. Na mesma linha terapêutica, mas já no final dos anos de 1970, o pesquisador Joel Lubar começou a investigar as aplicações do *neurofeedback* em crianças com TDAH, cujos resultados revelaram ser ainda mais promissores, e, atualmente, esta é a aplicação mais usada do *neurofeedback* (Lubar, Swartwood, Swartwood & O'Donnell 1995; Demos, 2005; Arns, Ridder, Strehl, Breteler & Coenen, 2009). As descobertas acerca da capacidade de controle voluntário de processos pertencentes ao Sistema Nervoso

Central (SNC) resultaram em uma nova teoria da aprendizagem, com princípios e métodos derivados da Psicofisiologia Aplicada. Essa aproximação das áreas da Psicologia e da Biologia possibilitou o crescimento da Neurociência do Comportamento (Demos, 2005).

O treinamento com *neurofeedback* EEG é baseado no conceito de que os sinais elétricos presentes no córtex cerebral são tanto consequência como causa das reações bioquímicas pré-corticais, ou seja, ambas influenciam-se e determinam seus potenciais de ação. A relação elétrico-bioquímica é parte de um complexo sistema de autorregulação e aprendizagem do SNC, refletindo basicamente aspectos genéticos (constitucionais) e de aprendizagem do indivíduo (pela interação do organismo com o meio ambiente). A premissa básica do treinamento com *neurofeedback* é a possibilidade de alterar os padrões dos potenciais elétricos do córtex (ondas cerebrais) de forma consciente pelo próprio treinando, de maneira que haja um condicionamento, tanto na frequência como na amplitude das ondas. As regiões corticais a serem treinadas são determinadas de acordo com sua funcionalidade dentro do SNC, tendo como fundamento as funções executivas básicas, tais como: processos atencionais, memória de trabalho, operações matemáticas e linguagem (Abarbanel, 1995; Demos, 2005).

4. *Neurofeedback* hemoencefalográfico (HEG)

A técnica de *neurofeedback* HEG baseia-se no monitoramento e retroalimentação da dinâmica sanguínea cerebral e, atualmente, contempla duas modalidades: o HEG de espectroscopia por infravermelho próximo (do inglês *Near InfraRed*, ou NIR) e HEG por infravermelho passivo (do inglês *Passive InfraRed*, ou PIR). Ambas as modalidades respondem à dinâmica sanguínea, sendo que nesta última o *feedback* é dado em função da vasodilatação ou vasoconstrição dos vasos capilares cerebrais nas áreas treinadas. A modalidade PIR evoluiu a partir dos estudos de Toomim & Carmen (1999) acerca do funcionamento da modalidade NIR, e tem sido aplicada, prioritariamente, no controle de enxaquecas do tipo migrânea, pelo treinamento da redução da vasodilatação na região pré-frontal (Carmen, 2001; Carmen, 2004;

Toomim & Carmen, 1999).

Já o processo de treinamento pela modalidade NIR baseia-se no exercício de incremento intencional da oxigenação e perfusão sanguínea em determinada região do córtex cerebral (Toomim & Carmen, 1999). Esse treinamento tem como tecnologia primária o uso de espectroscopia por NIR, modalidade não invasiva, também utilizada para realização de neuroimagem cerebral funcional (fNIR). A tecnologia fNIR é considerada muito promissora, pelo baixo risco à saúde e baixo custo dos equipamentos, quando comparada às técnicas de neuroimagem funcionais já conhecidas (Joanette, Ansaldo, Parente, Fonseca, Kristensen & Scherer, 2008).

A modalidade NIR empregada no treinamento com HEG *neurofeedback* é de luz infra-

vermelha, com comprimentos de onda de 650 a 1000 nm, o que permite a penetração dessa luz em camadas superficiais do corpo humano, como a pele, o osso e o cérebro. Inicialmente, a luz infravermelha é espalhada dentro do tecido e absorvida pelos cromóforos¹ presentes na hemoglobina e na melanina. A partir daí, ela retorna e é mensurada por sensor muito sensível, que mede a diferença entre a luz enviada e a retornada, apresentando os níveis de concentração saturada de oxigênio cerebral regional (rSO₂). Aqui é importante salientar que a tecnologia HEG não possui propriedades para avaliar índices de perfusão sanguínea na região estudada, mas, sim, permitir avaliar o incremento da perfusão e, consequente-

mente, a saturação de oxigênio na região (Gersten, Perle, Raz & Fried, 2009).

Os equipamentos atuais usados para o treinamento com *neurofeedback* HEG são até certo ponto simples. Diferentemente dos procedimentos necessários ao *neurofeedback* EEG, o qual exige preparação da pele e consequente colocação de eletrodos, o manejo e operação dos equipamentos de *neurofeedback* HEG não exigem preparação da pele ou de qualquer produto adicional, bastando os eletrodos serem colocados corretamente sobre a região a ser treinada. O formato do equipamento é apresentado na figura 1, a seguir.



Imagem publicada com autorização prévia do fabricante

Figura 1: Modelo de equipamento para HEG *neurofeedback* NIR

Fonte: Divulgação – Pocket Neurobics/Austrália. Retirado em 2013, de *world wide web*: <http://pocket-neurobics.com/>. Imagem publicada com autorização prévia do fabricante.

As áreas prioritariamente treinadas com HEG *neurofeedback* são os sítios pré-frontais (Fp1, Fpz e Fp2) e frontais (F7 e F8, ver Lobos frontais) apresentados pela figura 2. Nessas regiões, geralmente não há presença de folículos capilares densos, pois uma das principais limitações do uso da tecnologia NIR (bem como da fNIR) é a impossibilidade de captar sinais de retorno do infravermelho que sejam confiáveis quando há presença de matéria escura (folículos e raízes capilares) entre o emissor de luz e a matéria orgânica a ser

analisada (neste caso a oxigenação sanguínea). A emissão e o retorno do HEG *neurofeedback* NIR se dá por uma luz que atravessa a calota craniana, atingindo os vasos capilares presentes no córtex frontal e pré-frontal (figura 2). Essa luz, ao retornar, é captada, amplificada e sinaliza em tempo real (*feedback*) se há incremento ou redução da perfusão sanguínea naquela área (Toomim & Carmen, 1999; Toomim, Mize, Kwong, Toomim, Marsh, Kozlowski, Kimball & Rémond, 2005).'

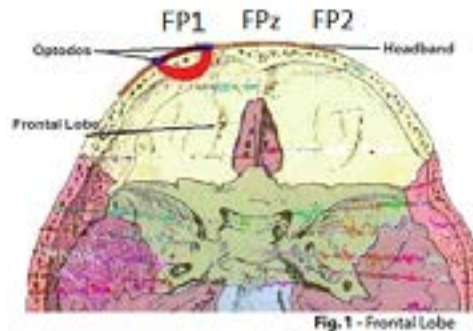


Fig. 1 - Frontal Lobe

Imagem extraída de:
[http://www.biocompresearch.org/#!
heg-instruments/cpts](http://www.biocompresearch.org/#!heg-instruments/cpts)
e publicada com autorização prévia

Figura 2: Representação da área de captação do HEG e sítios treinados
Imagem publicada com autorização prévia (de *world wide web* <http://.biocompresearch.org/#!heg-instruments/cpts>)

As regiões frontais e pré-frontais têm importante papel no processamento das funções executivas, tais como atenção concentrada, atenção sustentada e memória de trabalho (Cannon, Congedo, Lubar & Hutchens, 2009; Mozolic, Hayasaka & Laurienti, 2010). O incremento voluntário da perfusão sanguínea proporcionada pelo treinamento com HEG *neurofeedback* (tipo NIR) nas áreas pré-frontais tem como objetivo “forçar” o sistema de irrigação cerebral a ampliar a quantidade de vasos capilares nessa região, de forma a aperfeiçoar o funcionamento metabólico e, por

consequência, melhorar suas funções, segundo o ponto de vista cognitivo (Toomim & Carmen, 1999; Toomim et al., 2005; Sherrill, 2005). Tem sido demonstrado que o incremento voluntário de perfusão sanguínea na região pré-frontal está associado à melhora cognitiva de adultos e crianças, tanto com populações clínicas como não clínicas, e pode ser obtida também por outras técnicas além do *neurofeedback* HEG, como a prática de treinos cognitivos específicos (Toomim et al., 2005; Sherrill, 2005; Mozolic et al, 2010; Gersten et al, 2009).

5. Aplicações do *neurofeedback* HEG no campo da saúde

As pesquisas utilizando *neurofeedback* HEG, seja por técnica NIR ou PIR, ainda são incipientes. Isto pode ser observado pelo pequeno número de publicações encontradas nas principais bases de dados. Por exemplo: a busca na base de dados Pubmed em 20/01/2014 pelos termos cruzados fNIR, HEG + *biofeedback* ou *neurofeedback* geraram apenas um resultado (Dias, Van Deusen, Oda & Bonfim, 2012) e no caso da base Scopus, o resultado retornou apenas os estudos já citados e discutidos anteriormente (Sherrill, 2005; Mize, 2004; Carmen, 2004; e Dias et al., 2012) além de um capítulo de livro (Toomin & Carmen, 2009). A busca pelo termo ‘*hemoencephalography*’ na base Pubmed gerou 1 (um) resultado cuja aplicação está relacionada à técnica de *neurofeedback*: um trabalho de Strokes e Lappin (Strokes & Lappin, 2010). Nesse estudo, os

autores combinaram técnicas de *neurofeedback* EEG, *neurofeedback* HEG PIR e *biofeedback* termal no treinamento psicofisiológico de 37 pacientes com enxaqueca do tipo migrânea, durante 40 sessões. Dessas, 30 ocorreram por treinamento com *neurofeedback* EEG e 10 por *neurofeedback* HEG PIR, ambas duas vezes por semana e fora da residência dos pacientes, enquanto o *biofeedback* termal foi utilizado para treinamento domiciliar. Em torno de 70% dos participantes (26 dos 37) apresentaram melhora de 50% ou mais quanto à frequência dos episódios de migrânea e sintomas associados. Esses resultados reforçam os relatos de Carmen (2004), um dos pioneiros no estudo e tratamento de migrêneas com as técnicas de HEG *neurofeedback* e EEG apresentadas.

Recentemente, Dias et al. (2012) desenvolveram um estudo clínico avaliando o efeito do

treinamento com a técnica HEG *neurofeedback* no desempenho cognitivo (tarefa de memória de trabalho), comparando-se 8 sujeitos submetidos ao treinamento por 3 sessões de 40 minutos com 8 controles. Ambos os grupos eram clinicamente saudáveis. Sete dos 8 sujeitos treinados apresentaram melhora no desempenho cognitivo, enquanto apenas 3 sujeitos do grupo controle apresentaram esse resultado. Na mesma publicação, os autores apresentam um estudo de caso de 1 sujeito treinado por 10 sessões, avaliado antes do treinamento e 1 ano após o treino com um mini mapa eletroencefalográfico (mini-qEEG 10 canais). Foram observadas alterações fisiológicas, com aumento das ondas Alfa e redução da relação Teta/Beta. A partir dos achados, os autores sugerem a técnica como promissora para alterar a dinâmica metabólica do lobo pré-frontal. A busca de artigos na base de dados Google Acadêmico² possibilitou o acesso a outras referências quanto ao uso do *neurofeedback* HEG em intervenções clínicas. A maioria se restringe a estudos de casos e relatos de experiências profissionais. Em 1999, Toomin e Carmen (1999) apresentaram os primeiros relatos de melhora seguindo escores do Teste de Variáveis de Atenção (TOVA) em dois jovens com 13 anos de idade, após 10 sessões de treinamento de *neurofeedback* HEG NIR para cada um. Nesses relatos, eles também apresentam os primeiros resultados no treinamento de pacientes com migrêneas. Em 2003, Toomim e Joneson (Toomim & Joneson, 2003) apresentaram cinco estudos de caso no evento da Sociedade Internacional para Regulação Neuronal. Algumas das características dos pacientes e das sintomatologias concomitantes ao transtorno de ansiedade, presente em quatro dos cinco pacientes estudados, estão descritas a seguir.

- Um homem de 40 anos apresentava, também, distúrbios do sono, agitação mental, palpitações cardíacas e ruminação, com histórico medicamentoso envolvendo o uso

6. Considerações finais

Os estudos no campo das neurociências e de modulação fisiológica têm avançado de maneira significativa nos últimos anos, permitindo o monitoramento e exibição, em tempo real, de respostas fisiológicas autonômicas. A interação e aprendizagem, de modulação condicionada, des-

de mais de oito medicamentos.

- Uma mulher de 39 anos, com histórico de ataques de pânico desde 1978 e experiências dissociativas, palpitações e respiração curta, sem uso de medicação psiquiátrica.
- Uma mulher de 22 anos, com respiração curta, tontura, insônia e dores no peito.
- Um homem de 18 anos, com insônia, tiques nervosos, ruminação e dificuldades de acordar.
- Um homem que sofreu traumatismo cranioencefálico (concussão moderada) e, após a lesão, passou a apresentar tontura, problemas na memória de trabalho, depressão profunda, insônia e inabilidade para o trabalho.

Todos foram treinados por HEG *neurofeedback* NIR em regiões pré-frontais e frontais (Fp1, Fp2 ou F8), durante um número de 12 a 30 sessões, e avaliados com EEG quantitativo ou com tomografia Loreta, de baixa resolução. Os autores relataram melhora em sintomas de ansiedade nos quatro primeiros pacientes, principalmente nos padrões de sono destes, e no quinto, houve diminuição de pensamentos ruminantes. O paciente com concussão moderada apresentou alguma melhora na memória de trabalho, na capacidade de leitura e quanto à incidência de sintomas depressivos.

Mize (2004) verificou, após 10 sessões de *neurofeedback* HEG em um jovem de 12 anos diagnosticado com transtorno de *deficit* de atenção e hiperatividade (TDAH), uma redução em seu uso de medicação e uma melhora no quociente global de atenção, medido pelos escores da Escala de Inteligência de Wechsler para Crianças e pelo Teste de Desempenho Individual de Weschler (WISC III e WIAT, respectivamente). Esses ganhos foram acompanhados da normalização dos padrões do EEG quantitativo, melhoras no desempenho escolar e no relato subjetivo dos pais.

sas variáveis abriu o leque para intervenções terapêuticas a partir do registro e da alteração da atividade cerebral, possibilitando a técnica que hoje conhecemos como *neurofeedback*. Dentre suas modalidades, o *neurofeedback* EEG e o *neurofeedback* HEG têm se mostrado mais acessíveis,

técnica e economicamente, para utilização em ambientes clínicos.

A partir da pesquisa realizada, observa-se que o HEG *neurofeedback* é uma técnica pouco explorada no meio científico internacional e que os poucos trabalhos encontrados indicam resultados positivos quanto ao uso dessa técnica enquanto tratamento complementar para aumento da perfusão pré-frontal. Os trabalhos revisados sugerem que o incremento da perfusão pré-frontal é acompanhado de melhoras no desempenho cognitivo e de redução em sintomas clínicos associados principalmente ao desequilíbrio do sistema nervoso autonômico.

É fato que a aplicabilidade da técnica ain-

da está em estudo, tendo em vista a escassa literatura sobre o tema. Investigações que incluam grupo-controle (lista de espera ou controle ativo) e tarefas cognitivas antes e após determinado número de sessões de treinamento são necessárias para trazer respaldo quanto à eficácia da técnica em diferentes populações. Nesse sentido, esse se mostra um campo promissor para investigação científica, ampliando o leque de intervenção terapêutica de autorregulação fisiológica, como uma das técnicas voltadas para o aumento da consciência corporal e psicofisiológica, levando aquele que é treinado a ser protagonista de sua própria mudança.

7. Referências bibliográficas

- Abarbanel, A. (1995). Gates, states, rhythms, and resonances: The scientific basis of neurofeedback training. *Journal of Neurotherapy*, (1), 15-38.
- Arns, M., Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M. & Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: The effects in inattention, impulsivity and hyperactivity: a Meta analysis. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40 (3), 180-189.
- Cannon, R., Congedo, M., Lubar, J. F. & Hutchens, T. (2009). Differentiating a network of executive attention: Loreta *neurofeedback* in anterior cingulate and dorsolateral prefrontal cortices. *International Journal of Neuroscience*, 119 (3), 404-441.
- Carmen, J. A. (2001). Passive Infrared Hemoencephalography (PIR HEG). Article Presented at the *Society for Neuronal Regulation*, 10/2001.
- Carmen, J. A. (2004). Passive Infrared Hemoencephalography: Four years and 100 migraines. In: Tinius, T. (ed.). *New Developments in Blood Flow Hemoencephalography*. The Haworth Medical Press, 23-51.
- Demos, J. N. (2005). *Getting started with neurofeedback*. New York: W. W. Norton.
- Dias, A. M.; Van Deusen, A.; Oda, E. & Bonfim, M. R. (2012). Clinical efficacy of a new automated HEG Neurofeedback protocol. *The Spanish Journal of Psychology*, 15 (3), 930-941.
- Finley, W. W. (1977). Operant conditioning of the EEG in two patients with epilepsy: methodological and clinical considerations. *Pavlov Journal of Biological Science*, 12, 93-111.
- Gersten, A., Perle, J., Raz, A. & Fried, R. (2009). Probing brain oxygenation with near infrared spectroscopy. *NeuroQuantology*, 7 (2), 258-266
- Gruzelier, J., Egner, T. & Vernon, D. (2006). Validating the efficacy of *neurofeedback* for optimising performance. *Progress in Brain Research*, 159, 421-431.
- Joanette, Y., Ansaldo, A. I., Parente, M. A. P., Fonseca, R. P., Kristensen, C. H. & Scherer, L. C. (2008). Neuroimaging investigation of executive functions: evidence from fNIRS. *Revista PSICO*, 39 (3), 267-274.
- Lubar, J. F., Swartwood, M. O., Swartwood, J. N. & O'Donnell, P. H. (1995). Evaluation of the effectiveness of EEG *neurofeedback* training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A., scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback & Self-Regulation*, 20 (1), 83-99.
- Mize, W. (2004). Hemoencephalography – A new therapy for Attention Deficit Hyperactivity

Disorder (ADHD): Case report. In: Tinius, T. (ed.). *New Developments in Blood Flow Hemoencephalography*. The Haworth Medical Press, 77-97.

Mozolic, J., Hayasaka, S. & Laurienti, P. J. (2010). A cognitive training intervention increases resting cerebral blood flow in healthy older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 1-10.

Sherrill, R. (2005). Effects of Hemoencephalographic (HEG) Training at three Prefrontal locations upon EEG ratios at Cz. *Journal of Neurotherapy: Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience*, 8 (3), 63-76.

Skinner, B. F. (2000). *Ciência e comportamento humano*. 10. ed.. São Paulo: Martins Fontes. (Original de 1953)

Stokes, D.A. & Lappin, M.S. (2010). *Neurofeedback and biofeedback with 37 migraineurs: a clinical outcome study*. *Stokes and Lappin Behavioral and Brain Functions*, 2, 6-9.

Swingle, P. (2008). *Biofeedback for the Brain: How Neurotherapy Effectively Treats Depression*,

ADHD, Autism, and More. London, UK: Rutgers University Press.

Toomim, H. & Carmen, J. (1999). Hemoencephalography (HEG). *Biofeedback*, 27 (4), 10-14.

Toomim, H. & Carmen, J. (2009). Hemoencephalography: photon-based blood flow neurofeedback. In: [*Introduction to Quantitative EEG and Neurofeedback*](#), 167-194.

Toomim, H. & Joneson, R. (2003). Anxiety, Anger, Depression, TBI and HEG. *Presented at International Society for Neuronal Regulation*, 9, 18.

Toomim, H., Mize, W., Kwong, P., Toomim, M., Marsh, R., Kozlowski, G., Kimball, M. & Rémond, M. A. (2005). Intentional increase of cerebral blood oxygenation using Hemoencephalography (HEG): An efficient brain exercise therapy. *Journal of Neurotherapy*, 8(3): 05-21.

Wyrwicka, W.; Sterman, M. B. (1968). Instrumental conditioning of sensorimotor cortex EEG spindles in the waking cat. *Physiology and Behavior*, 3: 703-707.

Notas

(1) Um cromóforo ou grupo cromóforo é a parte ou conjunto de átomos de uma molécula responsável por sua cor. Também, pode ser definido como uma substância com muitos elétrons capazes de absorver energia ou luz visível e se excitar para, assim, emitir diversas cores, dependendo dos comprimentos de onda da energia emitida pelo câmbio de nível energético dos elétrons, de estado excitado a estado basal.

(2) Disponível em: <www.scholar.google.com>. Acesso em: 2013.