

**Trabalho de conclusão de curso de especialização em Neuropsicologia da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), apresentado como requisito  
parcial para obtenção do título de especialista em Neuropsicologia**

**O uso do Neurofeedback como uma ferramenta de  
reabilitação no Déficit de atenção e/ou hiperatividade (TDAH) de  
crianças**

**Orientadora:** Professora Dra. Candice Steffen Holderbaum

**Aluna:** Marcia Regina Paludo

**Porto Alegre, fevereiro de 2017.**

## **Resumo**

O presente estudo trata-se de uma revisão bibliográfica que tem o objetivo de analisar as pesquisas que foram realizadas no ano de 2016 sobre a efetividade do Neurofeedback para tratamento do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) em crianças de 5 a 14 anos. Dos quatro estudos aqui analisados três apresentaram resultados favoráveis a efetividade do Neurofeedback. Uma variedade de abordagens é normalmente considerada para o tratamento de TDAH, incluindo intervenções farmacológicas e terapia cognitivo comportamental. Neste contexto, o neurofeedback surge como mais uma alternativa, podendo ser associado às outras abordagens.

**Palavras-chave:** Neurofeedback; Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade; criança.

## **Abstract**

The present study is a bibliographical review that aims to analyze the researches that were conducted in 2016 on the effectiveness of Neurofeedback for the treatment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) in children aged 5 to 14 years . Of the four studies reviewed here, three presented favorable results for Neurofeedback effectiveness. A variety of approaches are usually considered for the treatment of ADHD, including pharmacological interventions and cognitive behavioral therapy. In this context, neurofeedback emerges as another alternative and may be associated with other approaches.

**Keywords:** Neurofeedback; Attention Deficit Hyperactivity Disorder; Children

## **Transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH)**

O Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), é um transtorno no qual se verificam problemas significativos de atenção, hiperatividade e/ou impulsividade que se iniciam antes dos 7 anos de idade e que prejudicam o paciente em pelo menos dois dos contextos sociais tais como escola, casa, trabalho, relacionamento interpessoal, entre outros (Rhode et al.,2000). No que tange a sintomatologia, as características se dividem em dois grandes grupos: desatenção e hiperatividade/impulsividade. A combinação destas classifica o TDAH em três subtipos: 1) predominantemente de desatenção; 2) predominantemente de hiperatividade/impulsividade; e 3) e misto, com sintomas de desatenção e hiperatividade/impulsividade (DSM-V, 2014).

Estudos epidemiológicos indicam que 3% a 7% das crianças norte-americanas com idade escolar apresentam TDAH (Goldman, Genel, Bezman, & Slanetz, 1998; Pastor & Reuben, 2002). No Brasil, estudos em populações de crianças brasileiras em idade escolar corroboram estes índices (Guardiola, Terra, Ferreira & Londero, 1999; Rohde & cols., 1998; Souza, Serra, Mattos, & Franco, 2001; Freire & Pondé, 2005). O diagnóstico de TDAH ocorre mais em meninos do que em meninas. De 2,9 a 4,4% das pessoas diagnosticadas em criança continuam a apresentar sintomas na idade adulta (Biederman e Faraone, 2005).

Do ponto de vista neuropsicológico as alterações mais estudadas no TDAH estão relacionadas com falhas a nível executivo (Shimoni, Engel- Yeger & Tirosh, 2012). As pessoas com TDAH apresentam prejuízos na sua vida diária que persistem com grande impacto na qualidade de vida da própria pessoa e de seus familiares. Elas apresentam maior dificuldade em concluir os estudos, maior índice de repetência, expulsão e trocas de escola, além de um rendimento abaixo da capacidade de seus pares (Fuentes, Malloy-Dinis, Camargo, Cosenza & cols., 2008).

Historicamente, os tratamentos farmacológicos para TDAH têm sido considerados como o único tipo de intervenção eficaz para reduzir os sintomas principais desta condição. No entanto, durante as últimas três décadas, uma série de casos e estudos de grupo controlados analisaram os efeitos do EEG Neurofeedback nestes pacientes. Neurofeedback

O neurofeedback é um campo de especialidade dentro do biofeedback, que se dedica à formação e controle sobre os processos eletroquímicos no cérebro humano (Lavaque, 2003; Evans & Abarbanel, 1999). Visa à aquisição de autocontrole sobre certos padrões de atividades no cérebro, derivando estratégias de auto regulação e implementação dessas

habilidades de auto regulação na vida diária (Holger Gevensleben, et al., 2010).

O biofeedback EEG, ou neurofeedback, surge na década de 1960, no Langley Porter Neuropsychiatric Institute da Universidade da Califórnia, em San Francisco, com as pesquisas realizadas por Joe Kamiya, correlacionando os estados psicológicos do sujeito em treinamento com a leitura do seu EEG. Kamiya treinou alunos da universidade para obterem o controle voluntário sobre a produção de ondas cerebrais na faixa entre 8 e 12 Hz, denominada de banda Alpha, no lobo parietal direito, abrindo as portas para as pesquisas e o desenvolvimento do neurofeedback. Posteriormente, Barry Sterman e colegas do Departamento de Anatomia e Neurologia da Universidade da Califórnia, em Los Angeles, descobriram em pesquisas com gatos, que os animais desenvolveram o controle voluntário do ritmo de 12 a 15hz no córtex sensório-motor, pela total imobilidade corporal, reforçados por uma recompensa comestível. Sterman cunhou a expressão Ritmo Sensório Motor (RSM) para a banda de frequência de 12 a 15hz, quando produzida no córtex sensório-motor (Nicoletti, 2011, p. 267).

A técnica teve impulso a partir do avanço da informática, que permitiu o desenvolvimento de equipamentos mais sensíveis, precisos e eficazes na aquisição e processamento das informações fisiológicas e também mais rápidas, no processamento da ação do sujeito em treinamento sobre a atividade fisiológica alvo, permitindo o reforço imediato do comportamento que se pretende modelar, condição fundamental no condicionamento operante (Peper, 2008 p.1-3).

A operacionalização se dá através da leitura e monitoramento de uma variável fisiológica correlacionada ao comportamento que se pretende modificar, utilizando um equipamento que permita captá-la e processá-la em tempo real e de forma não invasiva, ou seja, através de sensores específicos posicionados na superfície do corpo. O sinal lido é amplificado, filtrado, processado e retornado ao treinando na forma de informação quantitativa da variável alvo, transformada em feedback sonoro ou visual. O feedback sinaliza sobre a proximidade ou afastamento do nível previamente estabelecido como meta a ser alcançada no treinamento, atuando assim como reforço na modelagem do comportamento.. Dessa forma, a técnica propicia ao mesmo tempo a tomada de consciência de uma atividade fisiológica inconsciente e a avaliação da influência de uma determinada ação voluntária sobre ela. As seções de treinamento irão permitir o desenvolvimento do autocontrole sobre a mesma e a modificação do comportamento disfuncional na direção pretendida (Criswell, E. 1995, p.3-14).

Esta modificação do comportamento é obtida por meio do controle da atividade

elétrica cerebral, a qual constitui uma função fisiológica inconsciente, aumentando a frequência de ondas cerebrais desejadas e suprimindo as indesejadas (Friel, 2007). Os pacientes aprendem a ter controle voluntário ao que se pensou uma vez ser involuntário.

Ao examinar o eletroencefalograma (EEG) do paciente, o que se vê é a atividade elétrica dentro de frequências específicas. A frequência mede o número de oscilações (ou ciclos) da onda dentro de um determinado período de tempo. As formas de onda de EEG são uma mistura de várias faixas de frequências diferentes (Delta, Theta, Alpha, Beta, Gama), que são transformadas e quantificadas para análise posterior. Embora seja possível decompor o sinal de EEG em diferentes bandas de frequência, elas fazem parte de uma dinâmica que atua em conjunto. Assim, certas características cognitivas ou comportamentais têm sido associadas com uma faixa específica de frequências, mas é também a relação entre frequências em outras áreas do cérebro que produz comportamentos complexos (Loo & Barkley, 2005).

### **Neurofeedback e TDAH**

Pesquisas atuais mostram que a maioria das crianças com TDAH apresentam diferenças consistentes na atividade elétrica cerebral quando comparadas a crianças normais, particularmente em relação à atividade de teta frontal e central, que está associada com a hipoativação e é indicativo de diminuição da atividade cortical (Chabot & Serfontein, 1996; Clarke, Barry, McCarthy, & Selikowitz, 1998, 2001a; El-Sayed, Larsson, Persson, e Rydelius, 2002; Lazzaro et al., 1998).

No maior estudo de EEG em crianças com TDAH (com uma amostra de mais de 400 crianças), Chabot e Serfontein (1996) descobriram que as crianças com TDAH exibem aumento do poder de teta, elevações discretas no poder alfa frontal, e diminuições difusas da frequência média beta. O poder de teta aumentado é a maior descoberta da literatura, indicando que a hipoativação cortical é um mecanismo neuropatológico frequente em TDAH. (Loo & Barkley, 2005)

Estudos indicam que ensinar os indivíduos a controlar sua atividade eletro cortical pode ter efeitos benéficos para reduzir o TDAH. Para isto desenvolveram diversos protocolos de treinamento com o neurofeedback. Nas pesquisas destacam-se dois principais protocolos: o treino da razão Theta/Beta e o SCP (Slow Cortical Potencial). O protocolo da razão Teta/Beta consiste em incrementar as onda Beta e reduzir Theta. Com este treinamento obterá-se ganhos de maior concentração e diminuição dos sintomas de hiperatividade (HarvardMental Health Letter, 2010). Com o segundo protocolo principal, que se baseia em treinamento de

frequências corticais lentas, buscaria-se regular a atividade cortical fásica mais que a tônica (Monastra et al., 2001).

As associações internacionais Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback (AAPB) e Society for Neuronal Regulation (SNR), estabeleceram os critérios de avaliação dos níveis de eficácia clínica para diferentes tratamentos de psicopatologias. A partir destes critérios criaram a seguinte escala: nível 1 – sem suporte empírico; nível 2 – possivelmente eficaz; nível 3 – provavelmente eficaz; nível 4 – eficaz; nível 5 – eficaz e específica. Segundo esta escala, o neurofeedback foi classificado como nível 4, mostrando-se um tratamento eficaz. Task force reporto on methodology and empirically supported treatments. (novembro, 2001). Recuperado em 20 de outubro, 2016 de <https://www.aapb.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3391>.

As pesquisas de campo continuaram, apesar das controvérsias sobre a efetividade do neurofeedback e, em outubro de 2012, a American Academy of Pediatrics (AAP) avaliou o neurofeedback como Nível 1, classificando a técnica como o melhor suporte para intervenções em TDAH, sendo que nesta classificação os níveis estão em ordem inversa de eficácia quando comparado a classificação da AAPB e SNR. Nesta o nível 1 é a mais alta classificação possível e coloca o tratamento de neurofeedback para pacientes com TDAH no mesmo patamar de eficácia dos tratamento medicamentosos e da terapia comportamental e o nível 5 é considerado sem suporte. Evidence based child and adolescent psychosocial interventions. (November 2013–April 2014). Recuperado 20 outubro, 2016, de [https://www.aap.org/en-us/Documents/resilience\\_anxiety\\_interventions.pdf](https://www.aap.org/en-us/Documents/resilience_anxiety_interventions.pdf)

Sendo assim, o presente estudo tem o objetivo de revisar as pesquisas publicadas no ano de 2016 sobre a utilização do Neurofeedback para o tratamento do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade em crianças de cinco a quatorze anos.

## **Método**

O material foi selecionado a partir de uma busca de artigos científicos realizada nas bases de dados com publicações nacionais e internacionais na área da saúde: Indexpsi, PEPSIC, SciELO e LILACS, todas integrantes da BVS, abrangendo o ano de 2016. Foram utilizados os descritores Neurofeedback(NF) e Transtorno de déficit de Atenção e Hiperatividade(TDAH-ADHD) e “crianças” (children).

O material foi selecionado a partir dos seguintes critérios de inclusão: (a) estudos com dados empíricos na modalidade de produção científica; (b) amostras com seres humanos; (c)

população infantil como participante (de 5 a 14 anos); (d) ano de publicação 2016. Os critérios foram utilizados para restringir a pesquisa e a escolha do ano 2016 justifica-se porque surgiram muitos estudos que incorporaram os avanços acadêmicos e práticos existentes até então. A partir destes critérios, realizou-se uma leitura preliminar dos resumos encontrados, sendo que os trabalhos originais destes resumos foram acessados, quando disponíveis. Foi feita uma leitura analítica dos artigos identificando a amostra estudada, o método e os resultados.

Foram encontrados até a data de 26 de outubro de 2016, 180 artigos relacionados à Neurofeedback e TDAH. Reduziu-se para 137 quando se restringiu a amostra a crianças. Selecionou-se o ano de 2016 e com isto restaram em 17 artigos. Destes 17, três artigos não puderam ser analisados porque não estavam disponíveis nas bases de dados. Além disso: um era sobre adolescente, três eram sobre adultos, duas revisões, um sobre epilepsia e outro sobre estresse pós-traumático, dos seis que restaram, três foram escritos pelos mesmos pesquisadores, usando a mesma população e método, só avaliaram aspectos diferentes, por isso descartei dois que não estavam relacionados com a proposta deste estudo, ficando assim quatro artigos para análise.



Tabela 1

## Síntese dos métodos e resultados

<b>Autores</b>	<b>País</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idade</b>	<b>Forma de diagnóstico</b>	<b>Método</b>	<b>Aval.Pré/Pós</b>	<b>Protocolos</b>	<b>Resultados</b>	<b>Medicação</b>
Deilami et al	Irã	12	5-12 anos	crianças que foram encaminhadas para clínicas psiquiátricas e receberam diagnóstico TDHA	série de casos(quase-experimental, sem grupo controle)	teste do sistema cognitivo de avaliação CAS	30 sessões NF	Eficaz	não refere medicação
Baumeister et al	Alemanha	16	9-14 anos	critérios DSM-IV baseado K-SADS-PL, entrevista semi estruturada- questionário para pais	randômico controlado	tarefa Go/NoGo, questionário pais	20 sessões NF SCP-grupo controle 20 sessões eletromiografia	Eficaz	a situação de medicamentos estava desequilibrada entre os grupos de NF e EMG
Bluschke et al	Alemanha	19	8-14 anos	critérios para o TDAH de acordo com os critérios da CID-10(F90.0, F90.1 ou F98.8) entrevistas de pais e filhos, relatório do professor, questionários de sintomas, teste de QI	randômico controlado	tarefa Go/NoGo, questionário pais e professores	20 sessões T/B NF	Eficaz	9 deles tomando medicação
Janssen et al	Holanda	112	7-13 anos	Critérios DSM-IV - Diagnóstico de ADHD (American Psychiatric Association 2000) e WISC-III	randômico controlado	questionários comportamentais DBDRS, tarefas neuropsicológicas e eletroencefalograma.	30 sessões NF T/B em Cz	Inconsistente	MPH foi administrado usando procedimento controlado de placebo duplo-cego para determinar a dose ideal no grupo medicação

## **Resultados**

Dos quatro estudos que restaram com o objetivo de investigar a eficácia do Neurofeedback (NF) na reabilitação de crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) três deles foram estudos realizados na Europa e um na Ásia (Irã).

### ***Delineamento do estudo***

Uma destas pesquisas reuniu uma série de estudos de casos e as outras três constituíram-se em estudos randômicos controlados (RCT). Em um destes randômicos controlados a amostra foi dividida em dois grupos (NF x eletromiografia), no outro foi um grupo de 36 crianças sendo que 19 receberam tratamento e 17 controles aguardavam na lista de espera. O último estudo contou com 112 crianças, aproximadamente 35 em cada grupo, um recebeu NF, o outro medicação (MPH) e o outro atividade física (PA).

### ***Caracterização da amostra***

As amostras analisadas variaram entre doze e cento e doze participantes por estudo e as idades das crianças variaram de 5 a 14 anos.

O diagnóstico foi feito baseado no DSM-IV em dois estudos. Destes, um usou também a entrevista semi estruturada DBDRS (Avaliação de pais e professores sobre a desordem do comportamento disruptivo) e o questionário para pais, o outro usou o WISC-III para avaliar o QI. O estudo que usou o CID-10 complementou a avaliação usando também entrevistas de pais e filhos, relatório do professor, questionários de sintomas e teste de QI. E, por fim, um dos estudos não deixou claro como realizou o diagnóstico.

Em relação ao uso de medicação no estudo de Baumeister et al (2016), a situação de medicamento estava desequilibrada entre os grupos de NF e EMG como resultado do processo de aleatorização. A série de estudos de caso não refere dados de uso de medicação. No estudo de Bluschke et al 9 dos 19 participantes estavam fazendo uso de medicação, 5 dos pacientes no grupo de neurofeedback e 4 controles da lista de espera não puderam ser testados em um estado não medicado. No estudo de Janssen et al na admissão do estudo, todas as crianças ficaram livres de estimulantes por pelo menos 1 mês. No grupo de medicação (MPH), 31 crianças concluíram o estudo.

### ***Delineamento do tratamento***

O número de sessões de NF variou entre 20 a 30 sessões. Na série de estudos de caso de Deilami et al, (2016) as crianças receberam 30 sessões de neurofeedback, 2 vezes por

semana. Antes e após o treinamento com neurofeedback, elas foram avaliadas e comparadas com o uso do teste do sistema cognitivo de avaliação (CAS), mas não ficou claro qual protocolo de NF foi utilizado.

No RCT de Baumeister et al,(2016) foram feitas 20 sessões de NF com protocolo Slow Cortical Potencial (SCP). Crianças com TDAH foram aleatoriamente separadas nos grupos de treinamento com NF ou eletromiografia (EMG) com a utilização de um protocolo de SCP no grupo de NF e utilizando feedback de relaxamento ou contração dos músculos supra espinhais esquerdos e direitos no grupo de EMG. Além disso, desenvolveram uma combinação de tarefas Go/NoGo pré e pós-treinamento de NF, comparado à atividade de controle. Para manter a classificação pré e pós-treinamento o mais isenta possível, participantes e seus pais não foram informados sobre o tipo de treinamento que receberiam.

No estudo randômico controlado de Bluschke et al,(2016) utilizaram 20 sessões do protocolo de neurofeedback Theta/Beta . O treinamento ocorreu em duas sessões semanais (uma hora cada) durante 8 semanas. Durante o treinamento, os pacientes foram treinados para reduzir o poder de Theta (4-8 Hz) e para aumentar a potência Beta (13-20 Hz) registrada sobre o eletrodo Cz. Também foi usada uma tarefa padrão de Go / NoGo para examinar o desempenho da inibição das respostas antes e depois das 8 semanas de neurofeedback ou status da lista de espera.

No RCT de Janssen et al,(2016) foram realizadas 30 sessões de T/B NF em Cz, ao longo de um período de 10–12 semanas, sendo três sessões de treinamento individuais por semana. No grupo Medicação (MPH) depois da avaliação de pré-intervenção, foram administradas quatro semanas de placebo duplo-cego randomizado e controlado para determinar a dose individual de curta-ação de metilfenidato (MPH) concluindo-se pelo uso de duas vezes ao dia. A atividade física (PA) foi combinada com neurofeedback com relação à frequência e sessões de treinamento. Ao combinar a intensidade do neurofeedback e a atividade física, o estudo visava controlar efeitos não específicos no tratamento, como participação dos pais e atenção pessoal.

### ***Efeitos do tratamento***

Destes quatro estudos, três referem resultados positivos com relação ao uso do Neurofeedback (NF) para tratamento de TDAH. O estudo de Janssen et al, (2016) mostrou resultados inconsistentes em relação ao NF, mas percebe evidência de efeitos específicos neuropsicológicos após treinamento NF de T/B e MPH. No entanto para neurofeedback os

efeitos não se generalizam para tarefas de esforço.

Na série de estudos de Deilami et al,(2016) onde foram investigados 12 casos a efetividade do NF foi avaliada no pré e pós teste através do sistema cognitivo de avaliação (CAS) que avalia quatro escalas neuropsicológicas: planejamento, atenção, processos cognitivos simultâneos e sucessivos. Para avaliar o efeito do neurofeedback, foram calculadas as diferenças entre as pontuações pré e pós-teste e, em seguida, foi realizado o teste t dependente. Os resultados indicaram que o treinamento neurofeedback é um método eficaz para melhorar os sintomas de TDAH.

Já o estudo randômico controlado de Baumeister et al,(2016) teve como objetivo investigar os efeitos satisfatórios de NF e aprendizagem de auto-regulação do controle inibitório para posteriormente avaliar os mecanismos específicos e não específicos das intervenções a nível neural. Este estudo demonstrou efeitos positivos de treinamento de NF na avaliação dos pais de pacientes com TDAH severos e através da diminuição dos sintomas depois do feedback em NF e EMG. Curiosamente, durante respostas inibitórias efetivas, houve ativação significativa da região insular nos dois tipos de treinamento, indicando melhora geral nos dois grupos. Houve também aumento da ativação do controle inibitório principalmente com a tarefa Go/noGo no treinamento de NF.

O estudo de Bluschke et al,(2016) teve como principal interesse reduzir o sintoma da impulsividade, - um processo frequentemente prejudicado no TDAH. A investigação mostrou que mecanismos neuronais específicos da impulsividade são modulados pelo treinamento Theta / Beta neurofeedback. A análise da taxa dos sintomas de TDAH usando as escalas Conners-3 indicou uma significativa interação do Grupo NF em todas as seis escalas, principalmente na escala de atenção/desatenção e impulsividade/hiperatividade no pré e pós teste. A avaliação de pais e professores corroborou os resultados obtidos, reforçando a eficácia do treinamento utilizado.

No estudo de Janssen et al,(2016) o objetivo era explorar os efeitos de EEG em descanso(EO) e em atividade(EC), comparar o neurofeedback (NF) com medicação estimulante (MPH) e comparar NF com atividade física(PA) como condição de controle semi ativa dos grupos controle. Para os momentos de atividade foi usado Stop-signal (SST), que é uma tarefa usada em grande escala para medir a responsividade das inibições dos déficits causados pelo TDAH. Este estudo evidencia efeitos neurofisiológicos específicos depois do tratamento T/B NF e MPH. Entretanto para NF os efeitos não se generalizaram para uma condição ativa da função.

## Discussão

O treinamento de NF é um tratamento não farmacológico promissor para o TDAH que tem sido associado com o melhoramento do déficit de atenção e hiperatividade promovendo mudanças de medidas eletrofisiológicas (Baumeinster et al,2016). Dos estudos aqui analisados três apresentaram resultados favoráveis a efetividade do Neurofeedback.

As maiores evidências de sucesso do NF têm sido no sentido de inibir a impulsividade, que é um sintoma central do TDAH e está relacionado com as funções executivas que são moduladas por NF nas regiões centrais. Estes dados foram comprovados após o tratamento neurofeedback indicado pela taxa reduzida de falsos alarmes No Go, teste neuropsicológico (Baumeinster et al, 2016).

Estudos neuropsicológicos têm consistentemente demonstrado que sintomas comportamentais em TDAH são parcialmente relacionados ao mal funcionamento nas funções executivas. Os instrumentos neuropsicológicos têm sido cada vez mais usados nos estudos como ferramentas de pré e pós avaliação, permitindo medidas de resultados mais confiáveis, além dos questionários comportamentais para pais e professores (Baumeinster et al, 2016).

As amostras no geral são pequenas, por isso os resultados não atingem o efeito diferencial relevante devido à falta de potência estatística (Baumeinste et al, 2016).

Dois tipos de treinamento de neurofeedback são geralmente usados como protocolo padrão em TDAH:

- Treinamento Slow Cortical Potencial (SCP)
- Treinamento Theta/Beta

Enquanto o treino de Slow Cortical Potencial (SCP) trata a capacidade de alternar entre excitação cortical e a inibição, a ênfase é colocada na habilidade do paciente em mudar facilmente entre os estados contrastantes de excitabilidade cortical. A zona de frequência do T/B neurofeedback ensina os pacientes com TDAH a regular as atividades de seu theta central baixo, enquanto simultaneamente aumenta o poder de beta, deste modo tem-se uma redução total da razão theta/beta. Este exercício baseia-se em resultados que sugerem que as crianças com TDAH sejam caracterizados por um theta aumentado e a potência de beta reduzida. Isto tem sido interpretado como um sinal de excitação cortical e refletindo como um estado

cortical despreparado e ineficiente em comparação com controles de um cérebro saudável (Bluschke et al, 2106).

A literatura, de modo geral, tem mostrado que o estimulante (MPH) age na redução de atividade de ondas Theta /lentas e aumenta a atividade de ondas Beta/ rápidas. Porém há uma variação considerável no modelo de estudos e seus resultados e faltam estudos controlados. Apesar de medicamentos estimulantes serem muito usados no tratamento de TDAH, medicamentos nem sempre são efetivos ou aceitos pelos pais e/ou pacientes, e efeitos colaterais podem ocorrer.

Os resultados positivos destes estudos, mesmo com amostras pequenas, e alguns dados diagnósticos incompletos precisam ser mais replicados. Sugiro que estudos futuros avaliem a efetividade de outros protocolos de NF no tratamento de outros aspectos do TDAH além da impulsividade. Além disso, o número de 20/30 sessões de treinamento NF também precisa ser avaliado, talvez não sejam suficientes para alcançar os objetivos.

Alguns pesquisadores concordam que os estudos sobre o tratamento NF devem ser randomizados e controlados, o que a maioria discute é sobre qual tipo de grupo de controle é apropriado (Janssen et al, 2016). Uma hipótese para tentar compreender porque os resultados do maior estudo de RCT foram inconsistentes é de que o treinamento de T/B produz alterações sustentáveis nas funções cerebrais que são relacionadas com a ativação do estado de atenção durante o repouso, mas num contexto passivo, visto que não houve uma condição de tarefa durante o NF. Isto poderia explicar o porquê das alterações no EEG não se generalizaram para as condições de tarefa no estudo, segundo os professores (Janssen et al, 2016).

Efeitos de comportamento e efeitos neuropsicológicos em NF podem não se generalizar para este contexto de pesquisa. O estudo mostra que a mudança em Theta foi mais vista nos sintomas descritos pelos pais, do que pelos professores (Bluschke et al, 2016).

Algumas limitações devem ser consideradas na comparação entre os estudos aqui revisados, tais como: a grande variação da idade, a variação dos métodos para diagnóstico, a imparcialidade da avaliação de pais e professores, questões de gênero e a severidade do TDAH. Além disso, a análise restrita de artigos publicados em 2016 pode deixar fora da análise importantes publicações nesta área e, seria interessante desenvolver um estudo mais amplo que considerasse ao menos as publicações da última década. Ainda assim, são poucos estudos sobre este tema e há pouca padronização de método que permita que os estudos

possam ter resultados mais consistentes.

### **Considerações finais**

O TDAH é uma desordem neuropsiquiátrica bastante diagnosticada na sociedade atual, muitos estudos são feitos buscando alternativas de tratamento. Sabe-se através de pesquisas que os sintomas que surgem na infância tendem a acompanhar até a vida adulta, se não forem diagnosticados e tratados, trazendo assim muitos impactos negativos não só na vida escolar como também na vida profissional e diária. O neurofeedback é cada vez mais reconhecido como uma intervenção para tratar os principais sintomas do TDAH, podendo ser associado a outros tratamentos concomitantes.

Neste estudo, apesar de ter analisado poucos artigos a revisão sugere resultado favorável à efetividade do Neurofeedback. Seria interessante um estudo mais aprofundado, que analisasse mais estudos, por um período maior de tempo para confirmar este resultado.

## Referências

- Baydala, L., & Wikman, E. (2001). The efficacy of neurofeedback in the management of children with attention deficit/hyperactivity disorder. *Paediatrics & child health*, 6(7), 451.
- Baumeister S., Wolf I., Holz N., Boecker-Schlier R., Adamo N., Holtmann M., ... Brandeis D. (2016 set). Neurofeedback training effects on inhibitory brain activation in ADHD: A matter of learning? *Neuroscience*. pii: S0306-4522(16)30463-8. doi: 10.1016.
- Bluschke A, Roessner V, Beste C. (2016 Apr). Editorial Perspective: How to optimise frequency band neurofeedback for ADHD. *Journal Child Psychol Psychiatry*. 57(4):457-61. doi: 10.1111/jcpp.12521.
- Biederman, J., Faraone, S. V., Wilens, T. Mick, E. Spencer, T. (1990). Pharmacotherapy of attention-deficit-hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 104(2), 1-5..
- Bidwell, L. C., McClernon, F. J., & Kollins, S. H. (2011). Cognitive enhancers for the treatment of ADHD. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 99(2), 262-274.
- Christiansen, H., Reh, V., Schmidt, M. H., & Rief, W. (2014). Slow cortical potential neurofeedback and self-management training in outpatient care for children with ADHD: study protocol and first preliminary results of a randomized controlled trial. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Criswell, Eleanor. *Biofeedback and somatics: toward personal evolution*. Novato: Freeperson Press, 1995.
- Deilami M., Jahandideh A., Kazemnejad Y., Fakour Y., Alipoor S., Rabiee F., Pournesaie S., Heidari RN., Mosavi AS. (2016 Apr);. The Effect of Neurofeedback Therapy on Reducing Symptoms Associated with Attention DeficitHyperactivity Disorder: A Case Series Study. *Basic Clin Neurosci*. :167-71. doi: 10.15412/J.BCN.03070211.
- DSM-5. *Manual Diagnóstico e Estatístico de transtornos Mentais* (2015). Artmed.
- Friel, P. (2007). EEG Biofeedback in the Treatment of Attention Deficit/ Hyperactivity Disorder. *Alternative Medicine Review*; 12(2), 146-151.
- Fuentes, D., Malloy-Diniz L., Camargos C., Cosenza R., &...(2007). *Neuropsicologia, Teoria e Pratica*. Artmed.
- Geladé K, Bink M, Janssen TW, van Mourik R, Maras A, Oosterlaan J. (2016). RCT into the effects of neurofeedback on neurocognitive functioning compared to stimulant medication and physical activity in children with ADHD. *Eur Child Adolesc Psychiatry*, Doi 10.1007/s00787-016-0902-x.
- Gevensleben, H., Moll, G. H., Rothenberger, A., & Heinrich, H. (2014). Neurofeedback in attention-deficit/hyperactivity disorder—different models, different ways of application. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Guardiola, A. R., Ferreira, L., & Londero, R. (1999). Uso de Amitriptilina na Síndrome de Hiperatividade com Déficit de Atenção. *Arquivo de Neuropsiquiatria*, 57 3(A), 599-605.



- Janssen TW, Bink M, Geladé K, van Mourik R, Maras A, Oosterlaan J. (2016 May). A randomized controlled trial into the effects of neurofeedback, methylphenidate, and physical activity on EEG power spectra in children with ADHD. *Journal Child Psychol Psychiatry*. 57(5):633-44. doi: 10.1111/jcpp.12517.
- Loaiza, J. G., Calderón-Delgado, L., & Barrera-Valencia, M. (2014). ¿ Es efectivo el entrenamiento en Neurofeedback para el tratamiento del TDAH? Resultados a partir de una revisión sistemática. *Revista CES Psicología* ISSN, 7(1), 16-34.
- Loo, S. & Barkley, R. (2005). Clinical Utility of EEG in Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Applied Neuropsychology*, 12(2), 64–76.
- Monastra, V., Lynn, S., Linden, M., Lubar, J., Gruzelier, J., & LaVaque, T. (2005). Electroencephalographic Biofeedback in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity. Disorder. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(2), DOI: 10.1007/s10484-005-4305-x.
- Moriyama, T. S., Polanczyk, G., Caye, A., Banaschewski, T., Brandeis, D., & Rohde, L. A. (2012). Evidence-based information on the clinical use of neurofeedback for ADHD. *Neurotherapeutics*, 9(3), 588-598.
- Nicolelis, Miguel. Muito além do nosso eu: a nova neurociência que une cérebro e máquinas e como ela pode mudar nossas vidas. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.
- Peper, Erik. et. al. Biofeedback mastery: an experiential teaching and self-training manual. Wheat Ridge: Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2008.
- Ogrim, G., & Hestad, K. A. (2013). Effects of neurofeedback versus stimulant medication in attention-deficit/hyperactivity disorder: a randomized pilot study. *Journal of child and adolescent psychopharmacology*, 23(7), 448-457.
- Rhode L., Barbosa G., Tramontina S., Polanczyk G. (2000). Transtorno de déficit de atenção / hiperatividade . *Rev Bras Psiquiatria*; 22(Supl II):7-11.
- Strehl, U. (2014). What learning theories can teach us in designing neurofeedback treatments. *Frontiers in human neuroscience*, 8.