



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA**

RUY WANDERLEY NETO

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM NEUROFEEDBACK NA RAZÃO
(TETA+BETA)/SMR SOBRE O ESTRESSE PERCEBIDO E FUNÇÕES
ATENCIONAIS AVALIADAS PELA TAREFA DE SIMON**

Recife

2018

RUY WANDERLEY NETO

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM NEUROFEEDBACK NA RAZÃO
(TETA+BETA)/SMR SOBRE O ESTRESSE PERCEBIDO E FUNÇÕES
ATENCIONAIS AVALIADAS PELA TAREFA DE SIMON**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Psicologia.

Área de concentração: Processos Básicos em Psicologia e Neurociências

Orientador: Prof. Dr. Erick Francisco Quintas Conde

Recife
2018

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria do Carmo de Paiva, CRB4-1291

W245e Wanderley Neto, Ruy.
Efeitos do treinamento com neurofeedback na razão (TETA+BETA)/SMR sobre o estresse percebido e funções atencionais avaliadas pela tarefa de Simon / Ruy Wanderley Neto – 2018.
92 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Erick Francisco Quintas Conde.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH.
Programa de Pós-graduação em Psicologia, Recife, 2018.
Inclui referências e anexos.

1. Psicologia. 2. Neurofeedback. 3 Stress (Psicologia). 4. Ansiedade. 5. Saúde mental. 6. Atenção – Testes. I. Conde, Erick Francisco Quintas (Orientador). II. Título

150 CDD (22. ed.)

UFPE (BCFCH2019-166)

RUY WANDERLEY NETO

**EFEITOS DO TREINAMENTO COM NEUROFEEDBACK NA RAZÃO
(TETA+BETA)/SMR SOBRE O ESTRESSE PERCEBIDO E FUNÇÕES
ATENCIONAIS AVALIADAS PELA TAREFA DE SIMON**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Psicologia.

Aprovada em: 12 / 12 / 2018.

BANCA EXAMINADORA

Professor Doutor Erick Francisco Quintas Conde
(Orientador)

Professor Doutor Nelson Torro Alves
(Examinador Externo)

Professora Doutora Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira
(Examinadora Interna)

Dedico esse trabalho a todos os que direcionam cuidados aos semelhantes, aos que disseminam o bem à humanidade e, principalmente, aos que necessitam de auxílio...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, causa primeira de todos e de tudo.

Aprendi que a gratidão é um sentimento dos mais nobres, e que ao ser expressado aproxima as pessoas. Em vários momentos da vida tenho razões grandes para ser grato a muitas pessoas. Especialmente no transcorrer desse mestrado, algumas delas foram muito especiais para mim. Então, o meu sincero agradecimento inicialmente aos meus pais. Aprendi já de algum tempo, que a nossa idade não tem importância para eles, pois sempre nos amam profundamente e se emocionam com nossas conquistas, da mesma forma de quando éramos crianças. Eterna gratidão aos meus pais! Gratidão e carinho especial a Lisandra de Paula, pelo companheirismo, por toda ajuda, pela paciência e motivação nos momentos bons e nos momentos de estresse e dificuldades que experimentei. Obrigado por estar ao meu lado, incentivando e acreditando em mim! Obrigado ao meu irmão também, mesmo à distância, sempre torcendo! Amo vocês, são muito importantes para mim!

Expresso minha gratidão e profundo respeito ao meu orientador, Prof. Erick Conde. Exemplo de profissional e ser humano. Obrigado Erick, pela confiança! Por sua paciência, pelo apoio e motivação com que conduziu situações muito difíceis para mim, por me ajudar a ter perseverança quando parecia que não seria possível ir adiante, pelos contínuos esclarecimentos. Gratidão imensa!

Agradeço especialmente a Profa. Maria Lucia Simas Bustamante, pelo acolhimento nas horas de dúvidas, pela solicitude e sugestões sempre presentes, por toda importante colaboração que deu a esse projeto.

Agradeço também a Profa. Renata Toscano, pelo apoio e motivação, por ser atenciosa e eficaz nos comentários, pelos esclarecimentos importantes, por acreditar em nossa proposta. A Profa. July Silveira pelas contribuições eletrofisiológicas e motivacionais. As Professoras Aline Lacerda e Ana Cristina Taunay, pelos conhecimentos que nos transmitiram e pelo entusiasmo com a docência. Obrigado!

Aos amigos com quem compartilhei momentos de alegria, de apreensão, algumas tristezas de caminhada, e construções positivas nessa trajetória. Obrigado Mauricio, Cecília, Carmem, Andrezza, Fabíola. Obrigado Mariana! Obrigado Lilian, por todo incentivo inicial.

Aos grandes e sinceros amigos Marcilio, Ana Paula, Umbelina, Maxuel, Marles, Marcia, D. Sonia (mãe também), Rozane. Vocês são amigos de verdade, irmãos de coração! Gratidão pelos infindáveis incentivos, pelo carinho e amizade incondicionais!

Agradeço também a todas as voluntárias desse trabalho e a todos que compõe o Departamento de Pós Graduação em Psicologia da UFPE. Ao grupo da Neurodinâmica da UFPE meu agradecimento também, pelos momentos de riqueza acadêmica. Obrigado Prof. Marcelo Cairrão e Profa. Silvia Laurentino, Gabriel, Vitor, Ana Paula.

Agradecimento também a NeuroUp, a Bira e equipe, pelas contribuições tecnológicas, equipamentos, software e conhecimentos úteis que nos forneceram para esse projeto.

Agradeço a CAPES pelo apoio financeiro à pesquisa e a todos que de alguma forma contribuíram para essa realização.

RESUMO

Neurofeedback (NFT) é uma técnica capaz de promover desenvolvimento da auto regulação psíquica e neurofisiológica e se destaca como instrumento modulador de emoções e comportamentos, sendo terapêutica eficaz em diversas demandas clínicas e em mecanismos cognitivos. O aumento do ritmo sensório motor (SMR) (12 a 15 Hz) associado a diminuição simultânea das frequências teta (4 a 7 Hz) e beta (18 a 22 Hz) está relacionado com melhorias atencionais e redução de níveis de estresse e ansiedade, além de ter demonstrado eficácia em casos de TDAH, insônia e epilepsia. Este trabalho estudou o efeito do NFT na redução do estresse percebido e em funções atencionais medidas por tempo de reação manual em mulheres entre 20 e 45 anos. O experimento treinou a modulação da potência de SMR, teta e beta na região Cz, estabelecida pela razão $(TETA+BETA)/SMR$. A amostra foi formada por dois grupos, experimental e controle, com 9 participantes cada. Ao término da intervenção, verificou-se no grupo Experimental redução nos tempos de resposta no Teste de Simon, foi também encontrada interação significativa no índice da escala PSS após treinamento, e registrou-se alterações eletrofisiológicas no grupo Experimental. Os dados, embora pareçam influenciar positivamente na redução do estresse percebido e na melhoria atencional, ainda não são conclusivos quanto às possíveis repercussões emocionais e comportamentais. Sugere-se, portanto, um aprofundamento nas investigações com esse tipo de protocolo de NFT, pela perspectiva de ser uma possível estratégia na redução de níveis de ansiedade e estresse, capaz de ampliar o controle consciente sobre as alterações simpáticas e sensório motoras, bem como propiciar melhoria no desempenho cognitivo.

Palavras chave: Neurofeedback. Estresse. Função atencional. Ritmo sensório motor.

ABSTRACT

Neurofeedback training (NFT) is a technique that stimulates the development of psychic and neurophysiological self-regulation and stands out as an instrument modulating emotions and behaviors, being an effective therapy in diverse clinical demands and in cognitive mechanisms. The increase in the sensorimotor rhythm (SMR) (12 to 15 Hz) associated with the simultaneous reduction of the theta (4 to 7 Hz) and beta (18 to 22 Hz) frequencies is related to attentional improvement and reduced levels of stress and anxiety, in addition to proven efficacy in cases of ADHD, insomnia and epilepsy. This study analyzed the effect of NFT on the reduction of perceived stress and on attentional functions measured by manual reaction time in women between 20 and 45 years of age. The experiment trained the modulation of the SMR, theta and beta waves at Cz, established by the (TETA+BETA)/SMR ratio. The sample consisted of two groups, one experimental and one for control, with 9 participants each. At the end of the intervention, the Experimental group presented a reduction in the Simon effect reaction time, a significant interaction in the Perceived Stress Scale after training, and electrophysiological changes. Data, while seeming to positively influence attentional enhancement and the reduction of perceived stress, are still not conclusive as to possible emotional and behavioral effects. It is, therefore, suggested deeper investigations with this type of NFT protocol, for being a possible strategy in the reduction of anxiety and stress levels, capable of extending the conscious control on the sympathetic and sensorimotor changes, as well as improving cognitive performance.

Keywords: Stress. Attentional function. Sensorimotor rhythm.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Sistema Internacional 10-20 visto por duas projeções: “A”, visão sagital; e “B”, visão coronal	24
Figura 2 –	Gráfico de amplitude de ondas - período de 1 segundo	25
Figura 3 –	Padrão de ondas registrado em EEG.	27
Figura 4 –	Demonstração das etapas do processo de neurofeedback	28
Figura 5 –	Representação de reorganização neuronal, antes (esquerda) e depois (direita) de uma experiência de aprendizagem. Fonte: Pavão (2008)	52
Figura 6 –	Curva de aprendizagem univariada	52
Figura 7 –	Representação experimental do teste de Simon (Reproduzida com autorização de Conde et al., 2007)	54
Figura 8 –	Gráficos do desempenho do treinamento realizado no grupo Experimental. O eixo horizontal indica o número de sessões e o eixo vertical mostra a potência da razão treinada	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Avaliação da Escala de Estresse Percebido (PSS)	57
Gráfico 2 –	Médias e erros padrão dos TRMs totais	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Caracterização dos aspectos sociodemográficos da amostra	55
Tabela 2 –	Resultados das médias e desvios padrão do inventário IDATE	57
Tabela 3 –	Médias e desvios padrão dos Tempos de Reação Manual encontrados no Teste de Simon	59
Tabela 4 –	Médias e desvios padrão das potências espectrais das frequências e da razão (TETA+BETA)/SMR	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
ASL	Perfusão de rotulagem arterial
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo seres humanos
CER	Teste de Compatibilidade Estímulo-Resposta
CFCH	Centro de Filosofia e Ciências Humanas
CPT	Tarefa computadorizada de desempenho contínuo
EEG	Eletroencefalograma/Eletroencefalografia
EMG	Eletromiografia
EVA	Escala Visual Analógica
FIQ	Questionário de Impacto da Fibromialgia
GSR	Respostas galvânicas na pele
HEG	Hemoencefalografia
HPA	Hipotálamo-hipófise-adrenal
HZ	Hertz
ICA	Independent Component Analysis
IDATE	Inventário de Ansiedade Traço Estado
IN	Íneon
ISMA	International Stress Management Association
LINeC	Laboratório de Neurociência Cognitiva
MARA	Multiple Artifact Rejection Algorithm
μ V	Microvolt
MNI	Montreal Neurological Institute
mPFC	Córtex pré-frontal medial
MRI	Imagem por Ressonância Magnética
NFT	Neurofeedback
NS	Nasion
PAD	Pré-auricular direito
PAE	Pré-auricular esquerdo
PFC	Córtex pré-frontal
PSS	Perceived Stress Scale

PVT	Teste Psicomotor de Vigilância Contínua
SECPT	Teste de Pressão Física Avaliada Socialmente
SF-36	Formulário curto 36
SMR	Ritmo sensório motor
SRTT	Tarefa de Tempo de Reação Serial
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TDAH	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade
TEPT	Transtorno de estresse pós-traumático
TOVA	Teste de Variáveis de Atenção
TRM	Tempo de reação manual
TRM	Tempo de reação manual
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	DELIMITAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	BIOFEEDBACK	19
2.1.1	Conceitos e modalidades	19
2.1.2	Neurofeedback	21
2.1.3	Neurofeedback por Eletroencefalografia (EEG)	21
2.1.4	Histórico do Neurofeedback	27
2.1.5	Neurofeedback: protocolos, aplicações e eficácia	28
2.2	ESTRESSE	33
2.2.1	Estresse: efeitos fisiológicos, emocionais e cognitivos	33
2.2.2	Aspectos fisiopatológicos do estresse	35
2.3	NEUROFEEDBACK E A TERAPÊUTICA DO ESTRESSE	37
2.4	O ESTUDO DA ATENÇÃO ATRAVÉS DOS TESTES DE COMPATIBILIDADE ESTÍMULO-RESPOSTA	38
2.4.1	Teste de Simon	38
3	JUSTIFICATIVA	40
4	OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	41
4.1	OBJETIVO GERAL	41
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	41
5	HIPÓTESE	42
6	PRINCÍPIOS ÉTICOS	42
7	MÉTODOS	43
7.1	TIPO DO ESTUDO	43
7.2	PARTICIPANTES	43
7.3	LOCAL DA PESQUISA	44
7.4	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	45
7.5	INSTRUMENTOS	46
7.5.1	Escalas de auto relato	46
7.5.1.1	Escala de Estresse Percebido (PSS)	46
7.5.1.2	Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE)	46
7.5.1.3	Questionário biopsicossocial	47

7.5.1.4	Inventário de Oldfield.....	47
7.5.2	Teste cognitivo.....	48
7.5.2.1	Teste de Simon.....	48
7.5.3	Medidas eletrofisiológicas	48
7.5.4	Curva de aprendizagem do treinamento	49
8	PROCEDIMENTOS	51
8.1	AVALIAÇÃO DE ESTRESSE E DE PROCESSOS COGNITIVOS	51
8.1.1	Questionário, escalas e inventários	51
8.1.2	Teste de Simon	51
8.1.3	Treinamento com neurofeedback	52
9	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	53
10	RESULTADOS	54
10.1	ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS.....	54
10.2	ESCALA DE ESTRESSE PERCEBIDO (PSS).....	55
10.3	ESCALA DE ANSIEDADE (IDATE TRAÇO E IDATE ESTADO E IDATE TOTAL).....	56
10.4	TESTE DE SIMON	56
10.5	EEG	58
11	DISCUSSÃO	61
12	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
	REFERÊNCIAS	71
	ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	82
	ANEXO B – Termo de Confidencialidade	85
	ANEXO C – Escala de Percepção de Estresse (PSS).....	86
	ANEXO D – Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE)	87
	ANEXO E – Questionário Biopsicossocial	89
	ANEXO F – Questionário de Dominância Lateral de Edimburgo (Inventário de Oldfield).....	91

1 INTRODUÇÃO

Na medida em que se evidencia um esforço global no sentido de desenvolver uma melhoria na qualidade de vida, observa-se que uma das grandes preocupações mundiais no âmbito da saúde humana continua sendo o estresse (MONROE, 2008). Diversos estudos tem considerado que as exigentes imposições das modernas experiências de vida, associadas a caracteres biopsíquicos individuais, são influentes fatores para o crescente índice de estresse verificado na população mundial (COHEN, JANICKI-DEVERTS e MILLER, 2007; ARNSTEN, 2009; CHROUSOS, 2009). Nesse sentido, a *International Stress Management Association* (ISMA) publicou relatório em 2014 informando que o crescimento do estresse tem contribuído para o aumento expressivo de variados problemas de saúde em todo o mundo, como depressão, transtornos de ansiedade, cardiopatias, acidentes vasculares cerebrais, hipertensão arterial, diabetes, obesidade, alergias, doenças auto imunes e outras (ISMA, 2014). Também é importante frisar que o Brasil ocupa a segunda posição mundial de pessoas com estresse na dimensão do trabalho, com um índice de cerca de 70% de prevalência, tendo o Japão ocupado o primeiro posto (ISMA, 2014).

O cérebro tem papel essencial na resposta ao estresse, direcionando iniciativas fisiológicas e comportamentais em função das situações experimentadas pelo indivíduo (DEDOVIC, RENWICK, MAHANI, ENGERT, LUPIEN e PRUESSNER, 2005; CHROUSOS, 2009; McEWEN, 2011). As informações e percepções de potenciais ameaças e desequilíbrios nos sistemas reguladores são controladas pelo sistema nervoso através dos processos neuroendócrinos e dos ritmos eletrofisiológicos (ARNSTEN, 2009; McEWEN, 2011; SARDÁ, 2012). Os padrões eletroencefalográficos (EEG), portanto, são também instrumentos de mensuração e manejo do estresse, podendo ser treinados com o objetivo de modelar ritmos que correspondam a estados psicofisiológicos mais funcionais (SARDÁ, 2012; SÄNGER, BECHTOLD, SCHOOF, BLASZKEWICZ e WASCHER, 2014).

A deficiência nas respostas adaptativas ao estresse, assim como o tempo prolongado de exposição aos fatores estressores, podem provocar alterações significativas nos processos de auto regulação decorrente da incapacidade do organismo em prover adequadamente os recursos adaptativos (CHROUSOS, 2009; LUPIEN, MCEWEN, GUNNAR, e HEIM, 2009; HERMAN 2016). Para além dessa constatação, verifica-se que o estresse tem também um impacto substancial nas funções atencionais e é gerador de prejuízo nesse sistema (JONES e HARDY, 1988; YOO, 1996; ARNSTEN, 2009; SÄNGER, BECHTOLD, SCHOOF, BLASZKEWICZ e WASCHER, 2014).

Além das orientações terapêuticas tradicionais para o manejo do estresse, tais como medicamentos, psicoterapias, práticas esportivas, meditação e interações sociais prazerosas (LIPP, 2003; McEWEN, 2011), o neurofeedback, que é uma técnica baseada na aprendizagem do controle sobre os padrões eletrofisiológicos, também surge como potencialmente eficaz para o desenvolvimento de estado de relaxamento e melhor enfrentamento das situações ansiogênicas e estressoras (HAMMOND, 2005; GRUZELIER, 2014).

O avanço no conhecimento sobre os processos do sistema nervoso contribuiu significativamente para o desenvolvimento e a consolidação do neurofeedback como uma modalidade terapêutica não invasiva que possibilita a modulação de mecanismos neurais relativos à funções cognitivas, emoções e comportamentos (MYERS e YOUNG, 2012; SITARAM et al., 2016). A consolidação da eficácia dessa técnica tem possibilitado sua aplicação em diversos estados de alteração psicoemocional, tais como transtornos depressivos, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), quadros epiléticos, insônia, estados de ansiedade e estresse, assim como em outras demandas da saúde humana (MASTERPASQUA e HEALEY, 2003; HAMMOND, 2011; MYERS e YOUNG, 2012; NINAUS et al., 2013; GRUZELIER, 2014; SITARAM et al., 2016).

É importante considerar ainda que o neurofeedback tem o potencial de evitar os efeitos secundários não controlados, ditos colaterais, dos psicofármacos, assim como pode evitar que o cérebro esteja dependente de influências para seu equilíbrio funcional (HAMMOND, 2011).

Outrossim, as potencialidades cognitivas de indivíduos saudáveis também podem ser estimuladas através do neurofeedback, promovendo aprimoramento no desempenho das funções atencionais, do processamento inibitório, da memória semântica, da fluência verbal, e outras (VERNON et al., 2003; DOPPELMAYR e WEBER, 2011; GRUZELIER, 2014).

Em complemento, considera-se a atenção, como sendo um dos principais componentes cognitivos para a interação do indivíduo com o ambiente, caracterizando-se como variável importante nos processos de aprendizagem (LISTON, McEWEN e CASEY, 2009; MACHADO-PINHEIRO et al., 2010; MACKIE, VAN DAM, e FAN, 2013).

Em função da importância de todos esses fatores, preconiza-se que medidas adequadas para a preservação do equilíbrio funcional e psicológico do indivíduo sejam adotadas (CHARMANDARI, TSIGOS e CHROUSOS, 2005; HERMAN et al., 2016). Propomos, portanto, este trabalho com neurofeedback na expectativa de compreender melhor o potencial de protocolos específicos para a redução de níveis de estresse e ansiedade, uma vez que esta técnica é capaz de ampliar o controle consciente sobre os indicadores simpáticos

e sensório motores, bem como propiciar melhoria no desempenho atencional (MOORE, 2000; VERNON, et al., 2003; HAMMOND, 2005; BATTY, BONNINGTON, TANG, HAWKEN e GRUZELIER, 2006; PRICE e BUDZANSKY, 2009; DIAS, 2010; KROPOTOV, 2010; SHERLIN, MUENCH, WYCKOFF, 2010; KAMIYA, 2011; LANTYER, VIANA, e PADOVANI, 2013).

2 DELIMITAÇÃO TEÓRICA

2.1 BIOFEEDBACK

O termo biofeedback, especialmente na psicofisiologia, pode ser entendido como um processo de retroalimentação de informações biológicas ao sujeito por meio de estímulos sensoriais, o que propicia ao organismo acionar mecanismos de regulação visando a adaptação ao meio e o equilíbrio interno (McKEE, 2008; GIGGINS, PERSSON e CAULFIELD, 2013). Nesse sentido, é possível a identificação e o monitoramento de diversos processos fisiológicos que, por meio de aprendizagem, podem ser auto controlados pelo indivíduo (McKEE, 2008; PEPER, HARVEY, TAKABAYASHI e HUGHES, 2009).

2.1.1 Conceito e modalidades

O domínio voluntário de certas respostas fisiológicas está baseado no mecanismo de condicionamento operante e se configura como alvo da técnica de treinamento com biofeedback. Assim, uma resposta esperada pode ser obtida e mantida em função do tipo de reforço oferecido e das consequências emocionais e comportamentais experimentadas pelo sujeito (McKEE, 2008; LONDERO e GOMES, 2014). Para isto, emprega-se equipamentos e sistemas de gerenciamento das variáveis implicadas nestes processos de aprendizagem, visando a melhoria do desempenho orgânico e psíquico (AAPB, 2008). A interação constante com as diversas informações fisiológicas por meio dos instrumentos aplicados neste processo, tem sido associada a modificações nos pensamentos e comportamentos, e podem perdurar no mesmo após o término do treinamento (AAPB, 2008; PEPER, SHUMAY e MOSS, 2012).

Existem várias modalidades de biofeedback, como o voltado ao controle da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Este treinamento estimula o sujeito a controlar o intervalo temporal entre os batimentos cardíacos. Esse processo faz com que se estimule maior equilíbrio homeostático entre a atividade do sistema nervoso simpático e do parassimpático, gerando uma melhoria na regulação psicofisiológica (McKEE, 2008; YANG, HONG e TSAI, 2010; LAGOS, BOTTIGLIERI, VASCHILLO e VASCHILLO, 2012). A diminuição da VFC tem sido considerada como um dos indicadores de estresse relacionados ao trabalho (BURCH et al., 2018). Entre algumas aplicações clínicas, a VFC tem sido utilizada como indicador para treinamento de estados de relaxamento, manejo de ansiedades,

depressão e TDAH (KARAVIDAS, 2008; YANG, HONG e TSAI, 2010; LAGOS, BOTTIGLIERI, VASCHILLO e VASCHILLO, 2012).

Há também o biofeedback por eletromiografia (EMG), que se baseia na atividade elétrica dos músculos esqueléticos por meio de sensores colocado na pele, sobre determinados grupos musculares específicos. O feedback de EMG tem sido aplicado para relaxamento geral, em tratamento da cefaléia de tensão, do bruxismo e problemas da articulação têmporo-mandibular, dor crônica, espasmo muscular, paralisia parcial ou outras disfunções musculares devido a lesões, reabilitação física e treinamento de força (GIGGINS, PERSSON e CAULFIELD, 2013).

Outra técnica conhecida de biofeedback é a que se baseia em respostas galvânicas da pele (RGS). Esta modalidade considera resposta eletrodérmica e age mediante o posicionamento de sensores nas pontas dos dedos (indicador e médio da mão dominante) do indivíduo. Os instrumentos de feedback de reação eletrodérmica mensuram o nível de condutividade da pele dos dedos e são sensíveis às emoções (LANTYER, VIANA e PADOVANI, 2013). Feedback por GSR tem sido usado no tratamento da sudorese excessiva, em alterações dermatológicas relacionadas a distúrbios ansiosos, em transtorno do pânico, para relaxamento e treinamento da dessensibilização de padrões cognitivos e comportamentais condicionados (LANTYER, VIANA e PADOVANI, 2013).

O biofeedback por hemoencefalografia (HEG) consiste na utilização de uma luz infravermelha na faixa de 650 a 1000 nm que penetra na pele e regiões superficiais do cérebro e, por reflexão, permite medidas dos níveis de concentração saturada de oxigênio cerebral regional através do cálculo da diferença entre a luz enviada e a retornada (GERSTEN, PERLE, RAZ E FRIED, 2016). Divide-se em duas técnicas: a primeira está baseada nos feedbacks dos processos de vasodilatação e vasoconstrição da rede capilar cerebral da área desejada para treinamento, através do uso de espectroscopia por luz infravermelha passiva (PIR) (LONDERO e GOMES, 2014). A segunda, segue o mesmo princípio, sendo que a espectroscopia infravermelha é de proximidade ou proximal (NIR), que baseia-se na prática do aumento voluntário de oxigenação e perfusão sanguínea em sítio específico do escalpo (LONDERO e GOMES, 2014). As aplicações mais usuais desta modalidade de biofeedback é no tratamento da ansiedade, do TDAH (LONDERO e GOMES, 2014) e da migrânea (STOKES e LAPPIN, 2010; LONDERO e GOMES, 2014).

As modalidades de biofeedback que se baseiam na atividade do cérebro humano são conhecidas como neurofeedback. Essa técnica utiliza equipamentos e softwares para monitorar e interagir, a cada momento, com o funcionamento dos padrões cerebrais

específicos, sejam baseados em respostas hematoencefálicas ou eletrocorticais (VERNON, 2003; HAMMOND, 2011; LONDERO e GOMES, 2014).

2.1.2 Neurofeedback

Neurofeedback é um método de treinamento no qual o sujeito aprende a modular seus padrões cerebrais específicos, promovendo a aprendizagem de capacidades de auto regulação psíquica e neurofisiológica pelo processo de condicionamento operante (EGNER e GRUZELIER, 2001; ANGELAKIS, HATZIS, PANOURIAS, e SAKAS, 2007; HAMMOND, 2011; MYERS e YOUNG, 2012; NIV, 2013; VASQUEZ, MARIEN, EVELIO, ALIÑO e SALVADOR, 2015).

O mecanismo principal fundamenta-se na retroalimentação dos dados biológicos ao sujeito, através de feedback visual e/ou auditivo, por meio de uma dinâmica lúdica que permita o controle em tempo real dos ritmos elétricos cerebrais (KROPOTOV, 2009; HAMMOND, 2011). Estes sinais são marcações das atividades eletrofisiológicas do cérebro e a captação é feita por intermédio de eletrodos dispostos em diversas regiões do escalpo segundo a classificação internacional do sistema 10-20 (KROPOTOV, 2010; HAMMOND, 2011).

Neurofeedback pode ser realizado por diferentes métodos, no entanto, o mais difundido e utilizado destes métodos é através de EEG (frequências de ondas específicas). Existe também o neurofeedback por Ressonância Magnética Funcional (fMRI), que é um tipo complexo de neuroimagem que examina o cérebro do ponto de vista funcional. Este tipo de neurofeedback se destaca pelo fato de poder se avaliar regiões subcorticais, como também permitir um grau de precisão considerável. Todavia, sua aplicação está restrita ao campo das pesquisas, pelo fato do alto custo do equipamento, sistemas operacionais e recursos humanos (HAMMOND, 2011). O HEG é outra técnica de neurofeedback e, como descrito anteriormente, baseia-se em espectroscopia por luz infravermelha (LONDERO e GOMES, 2014).

2.1.3 Neurofeedback por Eletroencefalografia (EEG)

A atividade elétrica cerebral é derivada da produção de correntes iônicas nos neurônios. Ela ocorre por extensas áreas de membrana neuronal em grandes quantidades de células corticais piramidais, particularmente nos dendritos destas células, que se encontram

distribuídos de forma uniforme, perpendicular e próximas da superfície do córtex (TEPLAN 2002; CACIOPPO, TASSINARY e BERNTSON, 2007).

O EEG é uma técnica não invasiva, largamente utilizada em demandas clínicas e pesquisas, que registra as flutuações da ação elétrica pós-sináptica de circuitos neuronais. Os impulsos elétricos produzidos por conjuntos de neurônios são captados por eletrodos situados no escalpo (TEPLAN 2002; GOMES, 2015). É relevante observar que o posicionamento dos eletrodos que registram os sinais produzidos por esses ritmos eletrofisiológicos obedece a uma disposição padrão, conhecida como sistema internacional 10-20 (JASPER, 1958). Esse sistema baseia-se em uma subdivisão de sítios no escalpo que se originam de quatro referências cefalométricas: o nasion (NS), ponto médio da sutura fronto-nasal; o inion (IN), que é uma eminência óssea occipital inferior projetada mais externamente; e os pontos pré-auriculares esquerdo (PAE) e direito (PAD), ou mastoide, esquerdo e direito (figura 1) (SIULY, LI e ZHANG, 2016). A designação “10-20” é adotada em função da proporção entre os pontos demarcados serem de 10% ou 20% do total das distâncias entre os pontos NS-IN e/ou das distâncias PAE-PAD (SIULY, LI e ZHANG, 2016).

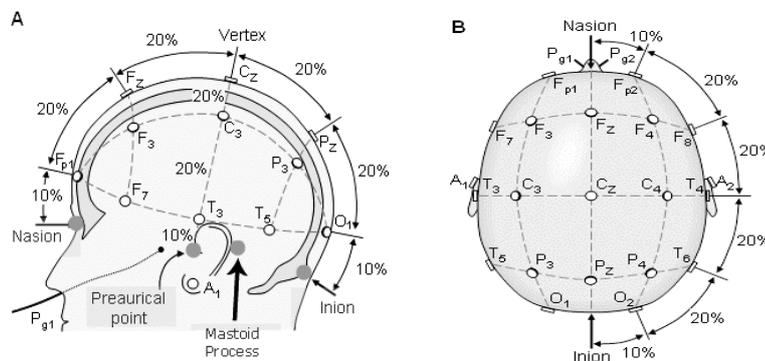


Figura 1. Sistema Internacional 10-20 visto por duas projeções: “A”, visão sagital; e “B”, visão coronal.

Baseado nesta formatação, identifica-se cada eletrodo por uma nomenclatura de letra e número, indicando a posição espacial do lobo cerebral e a posição correspondente no hemisfério em que se localiza (SIULY, LI e ZHANG, 2016). As letras PF, F, T, C, P, O e A representam respectivamente, lobo pré-frontal; lobo frontal; lobo temporal; parte central do córtex; lobo parietal, lobo occipital e referências auriculares. Os números são representações da localização hemisférica, sendo os pares relativos ao hemisfério direito e os ímpares ao hemisfério esquerdo, enquanto a letra “z” indica a linha média craniana (SIULY, LI e ZHANG, 2016).

Pode-se exemplificar essa convenção com os seguintes exemplos: PF3 corresponde a segunda posição pré frontal à esquerda, afastando-se da linha média; e Cz indica a posição central na topografia do escalpo.

A atividade elétrica obtida do escalpo é registrada por um aparelho chamado osciloscópio, que é um medidor de corrente elétrica. Este instrumento apresenta gráficos em tempo real da morfologia das ondas cerebrais combinando frequência e amplitude (TEPLAN 2002). A Frequência consiste na taxa de repetição de uma onda no período de 1 segundo. Essa medida é expressa em hertz (Hz), que é a quantidade de ciclos por segundo de uma onda. A amplitude diz respeito a intensidade da tensão elétrica e é medida em microvolts (μV) (TEPLAN 2002). Na representação gráfica é percebida por uma curva, que forma a distância da base ao pico, conforme a figura 2.

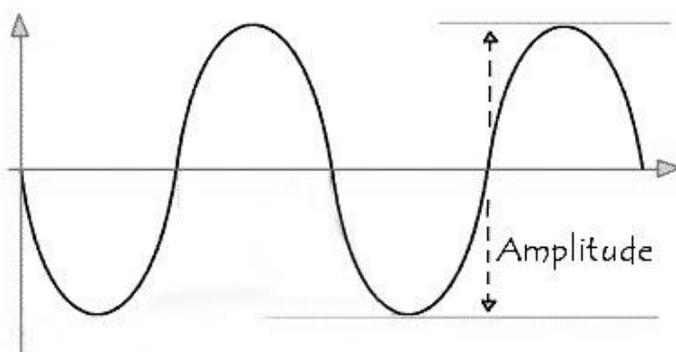


Figura 2. Gráfico de amplitude de onda. No eixo y se expressa a intensidade elétrica, eixo x o tempo.

A atividade elétrica cerebral apresenta-se em forma de ondas que são classificadas em bandas de frequências. A literatura aponta que cada um destes ritmos é prevalente em regiões particulares do cérebro e refletem estados funcionais específicos (VERNON et al., 2003; GOMES, 2015; HUANG e CHARYTON, 2008). Soma-se a isso, o fato de que existem relações que podem ser estabelecidas entre as ondas elétricas, e os estados emocionais, desempenho cognitivo e comportamentos (ANGELAKIS, HATZIS, PANOURIAS, e SAKAS, 2007; MYERS e YOUNG, 2012).

Os padrões de onda delta (0.5 - 4 Hz) são mais encontrados na área medial do córtex prefrontal e na região orbito frontal (BUDZYNSKI et al., 2009). Estão relacionados, em adultos saudáveis, ao sono profundo e também é verificado em regiões próximas a tumores e lesões cerebrais. Observa-se também o predomínio das oscilações delta nos dois primeiros anos da infância (KROPOTOV, 2010).

A ocorrência do ritmo teta (4 - 7 Hz) se estabelece preferencialmente desde o giro do cíngulo anterior até a área superior do córtex frontal. Áreas do sistema límbico, principalmente as convergências septo-hipocâmpais, também se destacam por apresentar atividades teta predominantes (BUDZYNSKI et al., 2009; KROPOTOV, 2010). Em termos de efeito, o padrão teta aumenta de amplitude nos quadros de sono iniciais. Contudo, quando está propagado por larga extensão do escalpo no estado de vigília, reflete também um nível de atenção diminuída gerando sensação de sonolência, assim como introspecção, podendo ainda estar relacionado a determinadas psicopatologias (SANEI e CHAMBERS, 2007; BUDZYNSKI et al., 2009). Da perspectiva de um funcionamento típico em adultos, a ativação de teta na linha média frontal, sobretudo no ponto Fz, relaciona-se à memória de trabalho (VERNON et al., 2003; BUDZYNSKI et al., 2009; KROPOTOV, 2010). Não obstante, a atividade excessiva de teta em estado de repouso, no ponto central da linha média (Cz) e nos sítios frontais (Fz, F1 e F2), pode também estar relacionada a situações de déficits de atenção (MONASTRA et al., 2005; BUDZYNSKI et al., 2009).

A frequência alfa (8 - 12 Hz) é observada como atividade predominante na condição de relaxamento em vigília e também está relacionada às demandas do sistemas visual, assim como em situações de baixa atividade cognitiva. Estímulos visuais e esforço atencional inibem sensivelmente a atividade de alfa, estes aspectos estão coerentes com o aumento deste padrão na área occipital quando em estado de repouso com olhos fechados (BUDZYNSKI et al., 2009). Em complemento, a atividade rítmica alfa tem sido utilizada na eletrofisiologia como um instrumento preditor de transtornos de humor, em especial da depressão, representado por um padrão assimétrico entre os hemisférios na região do córtex frontal (MASTERPASQUA e HEALEY, 2003). Amplitudes de alfa menores na região frontal direita em comparação com a esquerda está associado a afetos positivos; de maneira inversa, os afetos negativos estão relacionados a uma maior amplitude de alfa no frontal direito (MASTERPASQUA e HEALEY, 2003).

O ritmo sensoriomotor (SMR, de 12 a 15 Hz), é um ritmo que ocorre na região do córtex sensoriomotor e adjacências. É também conhecido como ritmo mu, e nos gráficos do EEG suas ondas são mais agudas e menos sinuosas do que as da banda alfa (IRIARTE e ARTIEDA, 2013). A diminuição da atividade SMR nessas regiões estão associadas aumentos nos impulsos motores, de forma inversa, aumentos neste padrão de frequência nas áreas corticais centrais promovem benefícios nos processos de atenção e integração sensoriomotora, tantos em indivíduos saudáveis quanto nos quadros de TDAH (STERMAN e FRIAR, 1972; VERNON, 2003; ARNS, HEINRICH e STREHL, 2014). Vernon e cols. (2003) entendem que

a redução da interferência motora facilita o processamento da informação cognitiva, das funções perceptivas e da memória, através de reforço voluntário de SMR.

A banda beta (15 - 30 Hz) está predominantemente presente nas extensões do córtex frontal até o ponto central da linha média cortical e sua amplitude está correlacionada a estados de processamento, alerta e concentração, todavia, em estado de repouso ela pode ser indicativo de irritabilidade, ansiedade, como também de distúrbios do sono. Aumentos de magnitude de beta no EEG também sinalizam exigências mais acentuadas de processamentos cognitivos (BUDZYNSKI et al., 2009). Em contraste, a diminuição da atividade beta está relacionada a diminuição da atenção (BANASCHEWSKI e BRANDEIS, 2007).

As ondas gama, por sua vez, oscilam na faixa dos 30 e 70 Hz, e são ainda pouco estudadas. Suas relações se estabelecem com o processamento geral de informações do sistema nervoso, em função de estar envolvida com memórias motoras de alta complexidade observadas especialmente nas regiões centrais e parietais do hemisfério esquerdo. O aumento desta atividade indica planejamento de comportamento anterior a reação motora (BONINI-ROCHA, 2008).

Na figura 3 estão ilustradas as principais faixas de frequência de ondas.

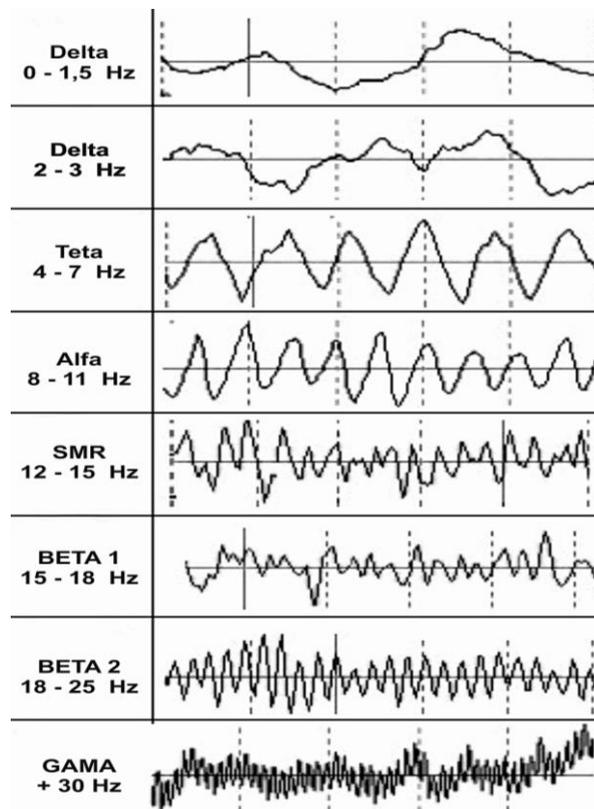


Figura 3. Padrão de ondas registrado em EEG.

O treinamento de neurofeedback possibilita a modulação de faixas específicas de ondas cerebrais (KAMIYA, 1969; ROS, MOSELEY, BLOOM, BENJAMIN, PARKINSON e GRUZELIER, 2009; ANGELAKIS, HATZIS, PANOURIAS, e SAKAS, 2007; SITARAM et al., 2016). Estas alterações nos padrões eletrocorticais são resultantes da auto regulação propiciada pela comunicação entre o sujeito e a representação sensorial da sua própria atividade eletrofisiológica, com efeitos sobre processos fisiológicos, estados cognitivos, emocionais e comportamentais (MASTERPASQUA e HEALEY, 2003; HEINRICH, GEVENSLEBEN e STREHL, 2007; HAMMOND, 2011; ROS, THÉBERGE, FREWEN, KLUETSCH, DENSMORE, CALHOUN, e LANIUS, 2013; VASQUEZ, et al., 2015; SITARAM et al., 2016).

Para isso, registros da atividade elétrica obtidas no escalpo são enviados para um dispositivo processador, conversor e amplificador que transmite em tempo real um feedback ao sujeito através de jogos interativos ou de mídias audiovisuais, favorecendo as capacidades de auto regulação (NINAUS et al., 2013; SITARAM et al., 2016). Assim, mediante a retroalimentação de seu padrão neuronal, o indivíduo pode interagir com frequências de ondas específicas segundo o protocolo estabelecido, aprendendo a controlar a própria atividade cerebral (ANGELAKIS et al., 2007; KAMIYA, 2011; NIV, 2013), conforme representado na figura 4. Esta possibilidade de modulação neuronal foi desde o início um dos principais paradigmas para o desenvolvimento do neurofeedback (HAMMOND, 2011).

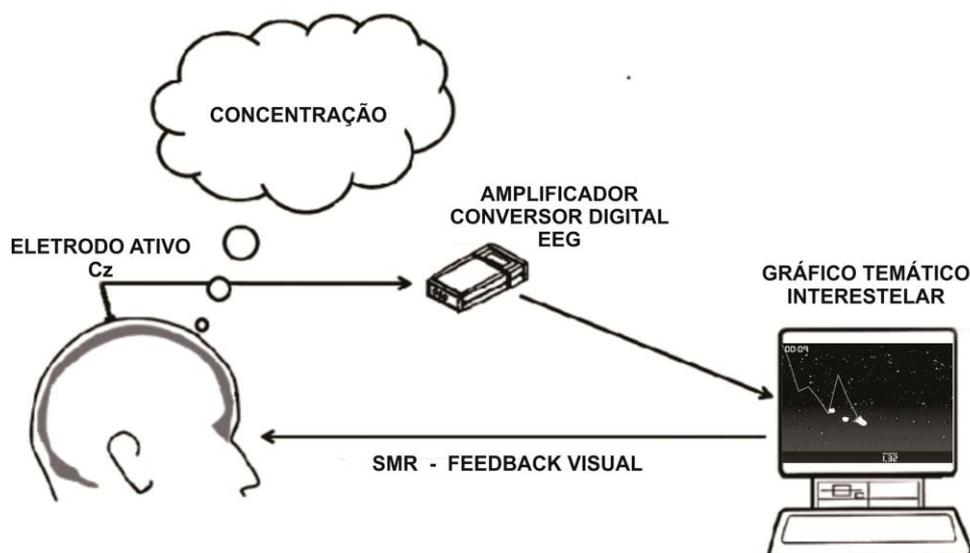


Figura 4. Dinâmica de funcionamento das sessões de neurofeedback, os sinais foram coletados de Cz, amplificados e um feedback em tempo real foi exibido no computador.

2.1.4 Histórico do Neurofeedback

Remontam à década de 1960 as primeiras experiências com modulação de ondas cerebrais (HAMMOND, 2011). De forma pioneira, Barry Sterman (1963) desenvolveu um trabalho com gatos em uma pesquisa para a Força Aérea Norte Americana. No experimento, Sterman (1963) treinou os animais para pressionarem uma barra, sendo reforçados pela liberação de alimento. Neste processo de aprendizagem comportamental, os gatos produziam um determinado ritmo de ondas cerebrais na região do córtex sensório motor na faixa de 12 a 20 Hz, com picos espectrais no intervalo de 12 a 15 Hz, que passaram a ser denominados de ritmo sensório motor (SMR) nos estudos com seres humanos (LONDERO e GOMES, 2014). A pesquisa revelou que os gatos conseguiam controlar este padrão cortical diminuindo, ou mesmo evitando, náuseas e crises convulsivas originadas pela exposição a um combustível para foguetes (STERMAN e EGNER, 2006).

Esta aprendizagem, através do mecanismo de condicionamento operante (DARWICH e TOURINHO, 2005), favoreceu o desenvolvimento da neuromodulação por EEG, de forma semelhante com o trabalho que Joe Kamiya realizou pouco depois na Universidade de Chicago (HAMMOND, 2011).

Kamiya (1969) também verificou que era possível treinar e manter ritmos elétricos do cérebro através de mecanismos de reforço positivo (KAMIYA, 1969). Sua pesquisa investigou se os voluntários teriam habilidade para identificar padrões de ondas produzidas pelo próprio cérebro, particularmente o ritmo alfa na região do lobo occipital. Foi realizado o registro do EEG dos participantes e, nas primeiras sessões, não conseguiram responder adequadamente. No entanto, em um tempo curto, os indivíduos passaram não apenas a identificar o estado alfa, mas também conseguiram aumentar a amplitude dessa frequência quando instruídos (KAMIYA, 1969).

Joe Lubar foi outro pesquisador envolvido no desenvolvimento do neurofeedback. Seu trabalho em 1976 envolveu crianças com TDAH, adotando a utilização de reforço de SMR. Ele obteve resultados positivos na redução da hiperatividade e melhoria de concentração (LUBAR e SHOUSE, 1976). Posteriormente, ainda trabalhando com crianças, Lubar (1991) também encontrou melhoria na redução de hipercinesia empregando um protocolo baseado na inibição de teta e aumento de beta (ARNS, HEINRICH e STREHL, 2014). A partir destes marcos iniciais, verificou-se uma difusão nos estudos com neurofeedback e diversos trabalhos foram sendo desenvolvidos proporcionando uma gama variada de protocolos e suas respectivas aplicações (HAMMOND, 2011).

2.1.5 Neurofeedback: protocolos, aplicações e eficácia

O neurofeedback pode servir para o sujeito treinar o cérebro para controlar mecanismos excitatórios e inibitórios de vias e circuitos neuronais específicos com base na localização cortical e nos parâmetros de feedback usados, aumentando assim a flexibilidade e a autorregulação dos padrões de relaxamento e ativação (NIV, 2013). Para tal, utilizam-se protocolos baseados em algoritmos que são programados para desenvolver as modulações cerebrais cujas repercussões serão percebidas e aprendidas pelo sujeito (ARNS, HEINRICH e STREHL, 2009; HAMMOND, 2011).

Assim, vários protocolos de treinamento em neurofeedback vem sendo desenvolvidos, alguns estão padronizados no aumento ou supressão de apenas um tipo de onda, vários outros tem sido configurados pelo treino em conjunto de mais de uma banda de frequência orientadas pelos mecanismos de reforço e/ou inibição de cada um desses padrões (HAMMOND, 2011; NIV, 2013).

Diversos estudos mostram a efetividade de protocolos específicos no treinamento com neurofeedback. O reforço de SMR, realizado por Sterman e Friar (1972), foi o primeiro protocolo aplicado clinicamente (HAMMOND, 2011) e consiste no aumento da frequência de 12 a 15 Hz na região do córtex sensório motor (VERNON et al., 2003; ARNS, HEINRICH e STREHL, 2009; DOPPELMAYR e WEBER, 2011; NIV, 2016). Desde seus primeiros experimentos com gatos e depois humanos, Sterman (1963) indicava efeitos “relaxantes” encontrados a partir do treinamento com SMR. Estes achados permitiram trabalhar esta formação na redução das crises convulsivas em sujeitos que apresentavam quadro de epilepsia, favorecendo a um melhor controle das crises (STERMAN e FRIAR, 1972; HAMMOND, 2011).

Tais efeitos relaxantes despertaram o interesse de Lubar e Shouse (1976) para usar o treino com SMR em crianças com TDAH. Seu estudo apontou para a redução na atividade motora e na impulsividade, melhorando a capacidade de atenção dos participantes. Relataram ainda que o aumento progressivo de SMR foi associado com a inibição motora e uma melhoria no comportamento nas atividades escolares (LUBAR e SHOUSE, 1976). Esse achado parece estar consistente com a descoberta de Sterman e Friar (1972), de que o aumento de SMR nas áreas centrais e parietais gera uma redução da interferência cognitiva sobre o controle motor. Desta forma, o controle da impulsividade pode levar a melhorias no processamento atencional, considerando que é a hiperatividade que prejudica a aprendizagem, atenção e memória (GRUZELIER, EGNER e VERNON, 2006).

O treinamento para aumento de SMR se expandiu, a partir dos resultados positivos obtidos em casos de epilepsia e TDAH. Posteriormente, o reforço deste ritmo na região central passou também a ser trabalhado conjuntamente com a supressão de ondas teta, tornando-se uma outra variante de eficácia para situações de TDAH (LUBAR e SHOUSE, 1976; ARNS, HEINRICH e STREHL, 2009; SHERLIN, ARNS, LUBAR e SOKHADZE, 2010).

A insônia também foi objeto de estudos com um outro tipo de protocolo, o reforço de SMR com inibição de teta e beta, em Cz (CORTOOS, DE VALCK, BRETELER e CLUYDTS, 2010). Nessa pesquisa 17 participantes com insônia foram divididos em dois grupos, 9 no grupo neurofeedback e 8 no grupo biofeedback EMG, tendo ainda um grupo controle com 12 voluntários sem nenhum distúrbio do sono. O experimento teve duração de 8 semanas sendo 2 a 3 sessões semanais de 30 minutos. O resultado foi uma diminuição no tempo de latência para o início do sono em ambos os grupos, no entanto, apenas o grupo neurofeedback apresentou um aumento significativo de horas dormidas (CORTOOS, DE VALCK, ARNS, BRETELER e CLUYDTS, 2010).

Postula-se também a eficácia do treinamento com SMR em quadros de fibromialgia. Kayiran e cols. (2010) avaliaram 40 indivíduos, divididos em dois grupos experimentais com 20 sujeitos cada. Um grupo recebeu o treinamento com neurofeedback por 4 semanas, sendo 5 sessões semanais de duração de 30 minutos. O outro grupo recebeu tratamento com medicação, 10 mg por dia de escitalopram, durante 8 semanas. Foram utilizados como instrumentos de avaliação a Escala Visual Analógica (EVA) para dor, EVA para fadiga, o Questionário de Impacto da Fibromialgia (FIQ) e o Formulário Curto 36 (SF-36) que é composto por escalas que avaliam funcionalidade social, funcionalidade física, dor corporal, vitalidade, saúde emocional e saúde geral. O grupo que recebeu medicamento apresentou melhorias nos escores dos instrumentos, contudo, o grupo neurofeedback, apresentou resultados significativamente mais positivos (KAYIRAN et al., 2010).

O reforço de SMR em Cz, integrado à inibição de teta e beta, tem se mostrado eficaz também quando aplicado a indivíduos saudáveis visando desempenho cognitivo (VERNON, 2003; DOPPELMAYR e WEBER, 2011; HAMMOND, 2011).

Vernon e cols. (2003), avaliaram efeitos do treino com neurofeedback para melhorias no desempenho cognitivo em 30 estudantes de medicina, saudáveis, especialmente o aumento seletivo da amplitude de teta, relacionado a memória, e o incremento de SMR, associado com processo atencional. Três grupos randomizados foram submetidos a uma tarefa computadorizada de desempenho contínuo (CPT), utilizada para avaliar medidas de atenção, e

a uma tarefa de planejamento conceitual, com o objetivo de analisar memória semântica. Um grupo treinou aumento da frequência teta e inibição simultânea de alfa e delta; outro grupo trabalhou o aumento da atividade SMR inibindo simultaneamente as frequências teta e beta; e um terceiro grupo serviu como controle, também realizando as tarefas cognitivas, contudo, sem receber nenhuma intervenção de neurofeedback. Cada sujeito realizou um total de oito sessões, sendo duas sessões semanais de treinamento com duração de 15 minutos cada. Os resultados apontaram alterações do EEG no grupo SMR, revelando aprendizagem significativa no controle da atividade SMR. Estes fatos foram relacionados às melhorias atencionais na tarefa CPT e ao significativo desempenho em memória semântica, apontando aumento no percentual de acerto e considerável redução nos erros por omissão. Não obstante estes achados, no grupo com formação teta e grupo controle, a resposta relacionada aos fatores atencionais e ao desempenho de memória não mostraram alterações estatísticas relevantes. Neste protocolo, o eletrodo ativo foi fixado em Cz, com um eletrodo referência no lóbulo da orelha esquerda, e um eletrodo terra no lóbulo da orelha direita. Estes dados reforçam estudo anterior de Egner e Gruzelier (2001), em que demonstraram correlações positivas entre aumento do SMR e o desempenho atencional em performance musical com uma população de estudantes de música em conservatório. Estes pesquisadores relataram também ganhos atencionais em tarefas visuais de desempenho contínuo e redução de erros de comissão correlacionados ao treinamento com SMR em voluntários submetidos ao Teste de Variáveis de Atenção (TOVA), tendo ainda proposto que a melhoria na inibição das respostas impulsivas está relacionada ao aumento da magnitude de SMR nos participantes.

Doppelmayr e Weber (2011), por sua vez, pesquisaram o efeito do neurofeedback em habilidades espaciais, criatividade e tempo de reação em 41 indivíduos saudáveis. Nesse estudo, os voluntários foram divididos em três grupos, cujos objetivos foram, respectivamente: (I) aumentar a atividade SMR (n=13); (II) inibir as bandas teta e beta (n=14); e (III) grupo controle (n=14), que recebeu instruções e frequências modificadas a cada dia, simulando uma espécie de placebo. Os eletrodos ativos foram posicionados nos pontos C3 e C4 para todas as situações. Todos os participantes realizaram 5 sessões por semana com duração de 25 minutos cada, num total de 6 semanas de treinamento. Foram utilizados dois testes de reação manual, um de paradigma simples e o outro composto por um distrator do tipo “stop signal”. Foram utilizados também teste de rotação espacial, o teste de atenção D2, e um teste que envolveu criatividade mensurando um índice de criatividade. Os resultados mostraram que apenas o grupo que treinou SMR alcançou melhoria significativa no tempo de

reação simples e de escolha, assim como obteve melhor desempenho no número de respostas corretas na atividade de rotação espacial (DOPPELMAYR e WEBER, 2011).

Os dados desses estudos são, em particular, relevantes para o interesse de nosso trabalho, por relacionar modulações de SMR, teta e beta com tempo de reação, melhoria atencional, processamento inibitório, e redução de ansiedade (VERNON et al., 2003; DOPPELMAYR e WEBER, 2011).

Ros et al. (2014) avaliaram 10 adultos saudáveis com média de idade próxima de 36 anos. Estes pesquisadores propuseram um protocolo de sessão única, com duração de 30 minutos, visando a redução do SMR no córtex motor direito, C4. Logo após o treinamento, os participantes desempenharam uma tarefa de tempo de reação serial (SRTT) com a mão não dominante, como avaliação cognitiva. Foi verificada a redução do tempo de reação entre os blocos experimentais numa condição comparativa de “cross-over” com sujeitos controle. A conclusão foi de que o NFT pode ser aplicado com êxito em sessão única como facilitador de desempenho motor (ROS, MUNNEKE, PARKINSON, e GRUZELIER, 2014).

Outro protocolo típico em neurofeedback é o aumento da amplitude do ritmo alfa. Foi inicialmente praticado por Lubar no final da década de 1960, e consiste no reforçamento dessa faixa de frequência visando promover estados de relaxamento. Em desdobramento, a chamada assimetria de alfa é uma técnica que vem sendo aplicada para a transformação de estados de humor reduzido em sujeitos que apresentam sintomas depressivos e ansiedades. Seu objetivo é treinar o indivíduo para reduzir a atividade de alfa na região do córtex frontal esquerdo e aumentá-la no frontal direito (BAEHR, ROSENFELD e BAEHR, 2001; NIV, 2013).

Os protocolos destinados ao controle da razão alfa/teta é uma variação do trabalho com o padrão alfa. Seus efeitos envolvem benefício terapêutico em pacientes com transtorno de estresse pós traumático (RAYMOND, SAJID, PARKINSON e GRUZELIER, 2005), além de aumento da criatividade em músicos e dançarinos profissionais sob condições de pressão emocional (EGNER e GRUZELIER, 2003).

As investigações tem demonstrado que a eficácia do treinamento com neurofeedback perdura por longo prazo. A aplicação de neurofeedback em casos de TDAH, está associada com a redução da hiperatividade, com melhorias na qualidade do sono, um aumento da estabilidade do humor, ganhos na atenção, concentração e memória, e estabilidade comportamental (HAMMOND, 2011). Lubar (1995), acompanhando voluntários, relatou que a melhoria dos sintomas de TDAH obtidos com o treinamento de neurofeedback, foi mantida

por 10 anos em 80% dos participantes (HAMMOND, 2011; ARNS, HEINRICH, e STREHL, 2014).

Em um trabalho com 25 pacientes com epilepsia crônica, Walker e Koslowski (2005) apresentaram que 100% dos voluntários deixaram de formar crises após o treinamento com neurofeedback qEEG, e que destes, 76% não mais utilizaram medicamentos anticonvulsivantes. Os participantes receberam acompanhamento por 5 anos sem queixas de reincidência (WALKER e KOSLOWSKI, 2005).

Outra importante investigação para a comprovação da eficácia do neurofeedback foi a de Peniston e Kulkoski (1991). Eles trabalharam com dois grupos de veteranos da guerra do Vietnã que apresentavam TEPT. Um grupo com 14 indivíduos recebeu apenas o tratamento hospitalar tradicional; um outro grupo com 15 participantes, recebeu em complemento ao tratamento hospitalar tradicional um treinamento da razão alfa/teta, consistindo de 30 sessões com 30 minutos cada. Após 30 meses da intervenção foi feito um acompanhamento, e os resultados mostraram que sem exceção, os pacientes que só passaram pelo tratamento convencional foram novamente internados no hospital por recaídas, sendo que dos 15 que receberam neurofeedback apenas 3 sofreram recaída. Constataram ainda que entre os pacientes que somente receberam tratamento convencional, apenas um obteve redução no uso de medicação; enquanto 10 necessitaram aumento nos fármacos e 2 não sofreram nenhuma alteração (PENNISTON e KULKOSKI, 1991).

Gunkleman e Johnstone (2005) informam que uma estimativa entre 80% a 90% dos sujeitos que recebem algum tipo de treinamento com neurofeedback sentem algum benefício. Mais ainda, entre 50 e 60% dos casos com acompanhamento posterior a intervenção com neurofeedback relatados por usuários são de remissão total dos sintomas.

Estas pesquisas, portanto, sugerem que neurofeedback é uma técnica eficaz para o tratamento de uma série de distúrbios, além de contribuir para uma melhoria no desempenho de cognições em sujeitos saudáveis, tendo diversos desses estudos afirmado significativos níveis de êxito (HAMMOND, 2011).

2.2 ESTRESSE

2.2.1 Estresse: efeitos fisiológicos, emocionais e cognitivos

Em nível mundial, observa-se que o estresse tem sido um fator de elevada preocupação na área da saúde. Esta atenção vai além dos danos ao indivíduo e se estende às perdas sociais e econômicas, gerando impacto até mesmo na competitividade de um país (LIPP, 2003).

Estima-se que o termo estresse, do inglês *stress*, teve sua origem no século XIV, na tentativa das pessoas expressarem sensações de inquietação e desafios, desespero. Mais adiante, no século XVII, começou a se difundir a partir de um conceito da física dos materiais, designando a insuficiência de um determinado material para resistir a uma força aplicada sob sua superfície (FARO e PEREIRA, 2013).

No campo da biologia, mais especificamente da fisiologia, a ideia de um sistema de equilíbrio interno que impulsiona o organismo a apresentar respostas na tentativa de se manter estável, teve início com Claude Bernard. Ele, apresentou sua clássica teoria de que mesmo sob a ação do ambiente externo o organismo mantém constante o próprio sistema interno, sendo o sistema nervoso o responsável por esse controle (COOPER, 2008).

Um outro dado relevante para a formulação do conceito do estresse, seguindo o pensamento de Bernard, foi a proposição de Cannon, de que o corpo trabalha em um ritmo fisiológico de base, sendo este um estado de equilíbrio responsável pela adaptação à dinâmica das mudanças ambientais externas, e chamou esse mecanismo de homeostase (COOPER, 2008).

Hans Selye (1936) desenvolveu o conceito de estresse, como sendo um processo psicofisiológico disparado a partir de uma ameaça real ou percebida pelo indivíduo. Selye partiu das pesquisas feitas com ratos, em que verificou fortes alterações orgânicas após submetê-los a severas práticas invasivas, como frio, exercícios excessivos, intoxicações químicas, entre outras. Em continuidade com o experimento, Selye percebeu que ao não aumentar os estímulos invasivos os animais retornavam ao estado de normalidade. Em contrapartida, ao continuar de forma severa tais estímulos, os ratos acusavam incapacidade de retomar a condição basal, denotando situação irreversível de exaustão. Selye, então, propôs que o fenômeno se devia a uma reação orgânica voltada para a adaptação, o estresse, conceituando-o inicialmente como “síndrome geral de adaptação” (SELYE, 1936).

Desta forma, o organismo passa a ativar diversos sistemas fisiológicos quando o equilíbrio interno é ameaçado, gerando uma mobilização de recursos energéticos com a finalidade de atender ao princípio homeostático (LIGHTMAN, 2008; CHROUSOS, 2009).

Estresse, portanto, é um fenômeno psicofisiológico inerente a humanos e animais, presente em situações de ameaça real ou percebida, que mobiliza o organismo a respostas adaptativas (LIGHTMAN, 2008; HERMAN et al., 2016). Dependendo da intensidade e manutenção desse estado, as respostas do organismo podem não ser suficientes para restabelecer o equilíbrio mental e orgânico, causando impacto citotóxico nos diversos sistemas do organismo, desencadeando uma série de reações que influenciam de maneira negativa as cognições, emoções e comportamentos, podendo até mesmo levar a morte neuronal (KIM, LEE, HAN e PACKARD, 2001; DEDOVIC, DUCHESNE, ANDREWS, ENGERT e PRUESSNER, 2009; HERMAN et al., 2016).

Outras alterações funcionais e de ordem fisiológicas tem sido atribuídas ao estresse, como inibição do sistema imune, prejuízos no crescimento e reprodução, além de doenças cardiovasculares, problemas nas atividades endócrinas, bem como desordens psiquiátricas, como depressão, ansiedades e outros danos à saúde (McEWEN, 2007; LIGHTMAN, 2008; CZÉH, PEREZ-CRUZ, FUCHS, FLÜGGE, 2008; CHROUSOS, 2009; LUPIEN, MCEWEN, GUNNAR, e HEIM, 2009).

A manutenção desse estado de insuficiência e a intensidade verificada serviram de base para que Selye (1965) propusesse seu modelo trifásico do estresse: (I) alerta, que é a fase inicial da resposta adaptativa a partir do reconhecimento do estímulo estressor em que o sistema começa a trabalhar para manter a homeostase; (II) resistência, que consiste na insuficiência do mecanismo de resposta levando ao surgimento de moderado desequilíbrio orgânico e psíquico, e o desenvolvimento de sintomas de adoecimentos; e (III) exaustão, fase em que se verifica a exacerbação dos problemas psicológicos, fisiológicos e comportamentais, podendo, em casos mais graves, levar o indivíduo a óbito.

Dentre os padrões sintomáticos relacionados ao estresse destacam-se as perturbações psíquicas e somáticas, como ansiedade, tensão muscular, fadiga, insônia, irritabilidade, dores de cabeça e outras dores crônicas, alterações alimentares (LIPP, PEREIRA e SADIR, 2005; BORGES, LUIZ e DOMINGOS, 2009). Observa-se ainda outros sintomas do esgotamento por fatores estressores, que incluem desajustes comportamentais, tais como uso abusivo de substâncias, isolamento social, absenteísmo, choro frequente e problemas psicossociais na família e trabalho (ARNSTEN, 2009; CHROUSOS, 2009; KERSON, SHERMAN e KOSLOWSKI, 2009).

Considera-se também como consequência negativa do estresse a diminuição da memória e a redução do desempenho nas funções atencionais (LIPP, 2003; ARNSTEN, 2009), e estas alterações podem impactar negativamente em processos de aprendizagem e adaptação (LIPP, 2003). Um dos fatores primordiais na interação com o ambiente pelo sistema nervoso é a atenção (LISTON, McEWEN e CASEY, 2009; MACHADO-PINHEIRO et al., 2010), pois caracteriza-se como um importante elemento cognitivo e de repercussão expressiva nos processos de aprendizagem (MACKIE, VAN DAM, e FAN, 2013).

Knudsen (2007) propõe que a atenção está integrada a outros elementos cognitivos, em que se destacam a regulação das informações descendentes (sistema top-down), a filtragem de estímulos ascendentes automáticos (sistema bottom-up) e a memória operacional, tendo este conjunto, atuando de forma integrada, responsabilidade pela seleção dos estímulos ambientais (KNUDSEN, 2007).

Enfatizando a relação entre estresse e os mecanismos atencionais, estudos indicam a existência de alterações nos processos de atenção em quadros de estresse (SÄNGER, BECHTOLD, SCHOOF, BLASZKEWICZ e WASCHER, 2014). Em complemento, o experimento de Liston e cols. (2009), envolvendo 20 voluntários estudantes de medicina sob a presença de um forte agente estressor psicossocial (preparação para uma avaliação acadêmica de alto grau de dificuldade), resultou em dados que sugerem um impacto negativo do estresse no controle atencional, levando inclusive a falhas significativas na conectividade funcional da rede frontoparietal, que é uma das estruturas mais recrutadas para modular a atenção.

2.2.2 Aspectos fisiopatológicos do estresse

Os marcadores fisiológicos do estresse envolvem a atividade do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), responsável por reações neuroendócrinas que provocam a liberação da adrenalina e noradrenalina e hormônios liberadores de glicocorticóides, em conjunto com alterações fisiológicas no funcionamento basal de diferentes órgãos e sistemas do organismo (CORTEZ e SILVA, 2007) e tendo a liberação do cortisol como consequência dessa cascata de eventos (DEDOVIC, RENWICK, MAHANI, ENGERT, LUPIEN e PRUESSNER, 2005; CORTEZ e SILVA, 2007).

Outrossim, padrões específicos da atividade elétrica do cérebro também podem ser estabelecidos como marcadores neurofisiológicos (KERN, OAKES, STONE e MCAULIFF, 2008; SARDÀ, 2012). Entre estes, destaca-se a atividade do ritmo sensorio motor na área parieto occipital em sujeitos portadores de ansiedade e estresse, como também dificuldades

atencionais (LUBAR e SHOUSE, 1976; HAMMOND, 2005; ROS et al., 2009; GRUZELIER, 2014). As mais refinadas capacidades cognitivas são processadas nos circuitos do córtex pré-frontal (PFC). Para além deste e outros aspectos, o PFC é uma das áreas cerebrais mais reativas ao estresse (ARNSTEN, 2009; McEWEN e GIANAROS, 2011). Ademais, é também estabelecido que para as associações de processamento nas regiões frontais há conexões vitais pelos extensos enervamentos advindos das regiões sensório-motoras com informações essenciais, sendo esse sistema considerado fundamental para a regulação da atenção, do pensamento e da ação (FAW, 2003). Sängner e cols. (2014) encontraram alterações no modo de processamento atencional em indivíduos com estresse agudo realizando o Teste de Pressão Física Avaliada Socialmente (SECPT). Os autores observaram que a predominância do controle atencional do PFC por mecanismo “top-down” é desativada passando a ser regida por estímulos salientes por meio do sistema “bottom-up”. Esta modificação gerou conflitos atencionais que provocaram erros de resposta na presença dos estímulos distratores.

As investigações de Duman (2004) e Czéh e cols. (2008) relatam também que o estresse contínuo tem severa influência na plasticidade neuronal em diversos sítios do cérebro. Os estudos de Czéh e cols. (2008) e Arnsten (2009), relatam que o estresse crônico causa alterações na morfologia dendrítica na região hipocampal, na amígdala e no córtex pré-frontal medial (mPFC), três estruturas envolvidas diretamente na regulação do conhecido eixo HPA, este sistema está intrinsecamente relacionado com as respostas ao estresse. Estas alterações provocam níveis de redução de cerca de 20% a 35% no comprimento dendrítico, gerando diminuição nos conjuntos dendríticos apicais distais de neurônios piramidais (CZÉH et al., 2008). Em contraste, estas modificações podem não ser de caráter degenerativo e perene, indicando que estejam relacionadas à plasticidade e que são passíveis de reversão ao se reduzir a carga estressora (CZÉH et al., 2008; LUPIEN, 2009; McEWEN e GIANAROS, 2011). Nessa perspectiva, parece ser crível desenvolver métodos que auxiliem na restituição desses mecanismos neuroendócrinos.

Em complemento, sob o viés fisiológico e comportamental, outro significativo indicador de estados de estresse é a fadiga, Rossi e Tirapegui (1999) consideram-na em dois eixos basilares, a fadiga periférica, que diz respeito aos sistemas musculares; e a fadiga central, relativa mais propriamente aos mecanismos cerebrais. Nesse sentido, estudos iniciais (MILROY, 1909) já apontavam a possibilidade de mensuração de fadiga central através de um fator sensório motor verificado por meio de medidas de tempo de reação manual (TRM). Mais recentemente, uma pesquisa de imageamento cerebral por ressonância magnética (MRI) usando perfusão de rotulagem arterial (ASL) esclareceu que a fadiga também interfere em

circuitos neurais fronto-parietais provocando lentificação do TRM no Teste Psicomotor de Vigilância Contínua - PVT (LIM, WU, WANG, DETRE, DINGES e RAO , 2010).

Gemmert e Galen (1997) propuseram uma relação entre desempenho humano e estresse, informando que agentes estressógenos físicos e cognitivos potencializam dificuldade neuromotoras. Jones e Hardy (1988), ao estudar voluntários com altos níveis de ansiedade cognitiva por quadros de estresse, detectaram medidas de tempo de reação maiores do que as encontradas no grupo controle. Em complemento, um outro estudo posterior com tarefa de estresse revelou que ansiedade cognitiva alterava negativamente os índices de atenção dos voluntários (YOO, 1996). Estas informações são indicativos da influência do estresse nos sistemas de atenção (PUTMAN, VERKUIL, ARIAS-GARCIA, PANTAZI e VAN SCHIE, 2014).

2.3 NEUROFEEDBACK E A TERAPÊUTICA DO ESTRESSE

Existem diversas intervenções que almejam redução nos níveis de estresse em humanos, dentre essas, destacam-se os medicamentos, as abordagens psicológicas, as práticas meditativas, atividades esportivas e apoio social (LIPP, 2003).

Na medicina verifica-se um aumento relevante no consumo de fármacos. A administração de medicamentos é amplamente utilizada com o objetivo de oferecer meios para o controle do estresse (LIPP, M. E. N. e MALAGRIS, L. N, 1998). Goldman e Gilman (2003) relatam certo êxito na utilização de ansiolíticos, sobretudo os benzodiazepínicos, em pessoas que apresentam quadro de estresse, todavia, reconhecem variados efeitos colaterais danosos e dependência.

Por sua vez, os relatos de Lipp e Malagris (1998) propõem que a intervenção psicoterapêutica baseada na Psicologia Cognitiva tem impacto positivo no tratamento do estresse. Estas investigações formulam que as estratégias Cognitivo-Comportamentais auxiliam no desenvolvimento de um melhor autocontrole das eventuais crenças disfuncionais, por parte dos sujeitos, que podem ser geradoras das supostas ameaças, este fator é reconhecido como estressógeno cognitivo (LIPP, PEREIRA e SADIR, 2005).

Portanto, a despeito das várias possibilidades de manejo do estresse, o neurofeedback figura-se como importante agente desenvolvidor da regulação de emoções e comportamentos, assim como tem sido considerado como uma técnica eficaz para ganhos em desempenho cognitivo e ainda como um método terapêutico de reconhecida eficiência em diversas

demandas clínicas (MOORE, 2000; GRUZELIER e EGNER, 2005; DIAS, 2010; LANTYER, VIANA e PADOVANI, 2013; LARSEN e SHERLIN, 2013; NIV, 2013).

2.4 O ESTUDO DA ATENÇÃO ATRAVÉS DOS TESTES DE COMPATIBILIDADE ESTÍMULO-RESPOSTA

A atenção é um complexo fenômeno que envolve estruturas neurais e psicológicas. É uma função cognitiva de vital importância para a percepção de estímulos e para o planejamento de respostas (KNUDSEN, 2007).

A atenção seletiva é entendida como uma discriminação voluntária dos estímulos mais relevantes de um objeto ou ambiente para a efetivação de uma tarefa qualquer. O processamento sensorial e os eventos motores são mediados de forma significativa pela atenção (DAYAN, KAKADE, MONTAGUE, 2000; KNUDSEN, 2007; LISTON, McEWEN e CASEY, 2009).

Pode-se dizer que os mecanismos atencionais tem sido experimentalmente expressos através de medidas de tempo de reação manual (TRM) obtidas a partir de testes de compatibilidade estímulo resposta (CER), dentre alguns destes paradigmas, destacam-se o Teste de Simon, o Teste de Flanker e o Teste de Stroop. Os testes de CER são modelos destinados a verificar influências que determinadas características intrínsecas ao estímulo geram na seleção da resposta, repercutindo no tempo de reação manual durante tarefas atencionais (GAWRYSZEWSKI et al.2006; MACHADO-PINHEIRO et al., 2010; HOMMEL, 2011).

Tais medidas psicofísicas se caracterizam como mais uma forma de avaliação e podem ser empregadas através de métodos informatizados que servem para a mensuração de dados referentes às capacidades de processamento inibitório, mecanismos sensório-motores e atenção espacial (CONDE, TEIXEIRA e LACERDA, 2014). Dentre os diferentes protocolos de CER, utilizaremos nesse estudo o Teste de Simon.

2.4.1 Teste de Simon

Um dos instrumentos baseados na medida do TRM para avaliar o desempenho das funções atencionais é o Teste de Simon, que consiste em uma técnica de mensuração da latência do tempo de resposta a um determinado estímulo sensorial, onde o sujeito irá pressionar uma tecla (dentre duas opções de resposta), de acordo com uma característica

intrínseca do estímulo em detrimento da sua localização (GAWRYSZEWSKI et al., 2006). Em outras palavras, a localização do estímulo deve ser considerada como a característica irrelevante para a escolha da resposta certa, necessitando, portanto, que seja exercido um controle inibitório do sujeito para o processamento desse aspecto, enquanto que a propriedade intrínseca do estímulo (forma ou cor) é o elemento relevante para a decisão de qual tecla deverá pressionar (UMILTÁ e NICOLETTI, 1990; DE JONG, LIANG e LAUBER, 1994; GAWRYSZEWSKI et al., 2006).

Assim, pode-se dizer que a resolução do conflito na tarefa de Simon é feita por meio de controle cognitivo que inibe as informações irrelevantes na decisão da resposta (SOUTSCHEK, MÜLLER e SCHUBERT, 2013).

Em função desse paradigma surgem duas situações possíveis relativas ao fator de correspondência: (I) condição correspondente, que diz respeito à situação ipsolateral na interação entre estímulo e resposta. Esta condição apresenta tendência de TRMs mais rápidos e maior acurácia em comparação com a condição não correspondente; (II) a condição não correspondente é quando estímulo e resposta se apresentam em situação contralateral, neste caso a relação estímulo resposta resulta em uma tendência de TRMs mais lentos. Não obstante esse fator, a acurácia das respostas também é um elemento que sofre uma redução na condição não correspondente (GAWRYSZEWSKI et al., 2006).

O chamado Efeito Simon é, portanto, a resultante da diferença entre o TRM da condição não correspondente e o TRM da condição correspondente e pode ser um indicador da capacidade inibitória do sujeito quanto ao processamento de informações visuoespaciais. A latência do TRM é menor nas respostas correspondentes; de modo inverso, a latência do TRM é lentificada e respostas são de menor acurácia na condição não correspondente (GAWRYSZEWSKI et al., 2006; HOMMEL, 2011; SOUTSCHEK, MÜLLER e SCHUBERT, 2013).

Vale ressaltar que várias teorias que pretendem explicar o efeito Simon consideram que a condição não correspondente é geradora de um conflito que prescinde habilidades cognitivas, entre as quais a capacidade de controle inibitório e atenção seletiva que são processos do mecanismo atencional percebido numa resolução conflitual (HOMMEL, 2011; SOUTSCHEK, MÜLLER e SCHUBERT, 2013).

Sugere-se, desta forma, que o Teste de Simon pode ser um instrumento adequado para a mensuração do efeito do neurofeedback no desempenho das funções atencionais.

3 JUSTIFICATIVA

Apoiado nas considerações da delimitação teórica, objetivamos estudar o efeito do neurofeedback sobre o estresse percebido e também sobre funções atencionais, medidas pelo teste de Simon. Para tal, adaptamos o protocolo de treinamento descrito nos estudos desenvolvidos por Vernon e cols. (2003), tendo como objetivo o controle de SMR em conjunto com a inibição de teta e beta na região central, especificamente no sítio Cz, de acordo com o Sistema Internacional 10-20 (JASPER, 1958).

Em se tratando de um procedimento de condicionamento operante é esperado o estabelecimento de uma curva de aprendizagem ao longo das sessões experimentais em função do treinamento para aumentar a potência espectral do EEG, calculado a partir da razão matemática $(TETA+BETA)/SMR$.

4 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa buscou estudar se o treinamento com neurofeedback para controle da razão (TETA+BETA)/SMR, pode promover redução do nível de estresse percebido e influenciar o desempenho de processos atencionais relativos a tarefa de Simon em adultos do sexo feminino na faixa etária entre 20 e 45 anos.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o efeito do protocolo (TETA+BETA)/SMR no estabelecimento de curva de aprendizagem através de uma perspectiva qualitativa;
- Investigar se os índices de estresse, avaliados com a Escala de Percepção de Estresse (do inglês *Perceived Stress Scale*, PSS), e o Inventário de Ansiedade Traço e Estado (IDATE), foram alterados após o programa de treinamento (TETA+BETA)/SMR;
- Verificar através do teste de Simon (TRM, acurácia das respostas e efeito Simon) se os processos atencionais sofreram influência após a intervenção com neurofeedback;
- Estudar efeitos do treinamento do neurofeedback nos padrões de EEG.

5 HIPÓTESE

Mediante as referências cumulativas acerca dos efeitos do neurofeedback (VERNON et al., 2003; GRUZELIER e EGNER, 2005; DOPPELMAYR e WEBER, 2011) a expectativa inicial foi de que a prática de treinamento com neurofeedback, através do protocolo proposto, resultasse em diminuição nos escores dos instrumentos de auto relato e redução do efeito Simon. Ademais, presumiu-se observar também a modulação dos ritmos de ondas treinados e o estabelecimento de uma curva de aprendizagem em função da intervenção ao longo do experimento, sugerindo assim eficácia da técnica.

6 PRINCÍPIOS ÉTICOS

O presente estudo obedeceu aos princípios éticos relativos à pesquisas com seres humanos firmados na declaração de Helsinque em sua última revisão (10/2008) e na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (2012). O início da coleta de dados realizou-se após aprovação do Comitê de Ética, sob o número CAAE 74951417.6.0000.5208. Os custos dessa pesquisa foram de responsabilidade do pesquisador.

7 MÉTODOS

7.1 TIPO DO ESTUDO

A pesquisa foi de natureza quantitativa e quase experimental, pois se estabelecem dois critérios, a manipulação e o controle de variáveis, tendo como opção para seleção da amostra o método por conveniência (DALFOVO, LANA e SILVEIRA, 2008).

7.2 PARTICIPANTES

O estudo foi realizado com 30 voluntárias na faixa etária entre 20 e 45 anos, da região metropolitana do Recife. Foram divididas em dois grupos com 15 participantes em cada, onde um grupo recebeu o treinamento com neurofeedback, chamado grupo Experimental, e o outro não foi submetido à intervenção, funcionando como amostra controle e sendo denominado grupo Controle. Ambos responderam aos questionários de auto relato e realizaram o teste cognitivo. O recrutamento das participantes foi realizado através de divulgação do estudo em universidades, faculdades, centros de saúde, como hospitais e clínicas, instituições de ensino e outros ambientes reconhecidos como agentes potencialmente estressores, através de informativos onde estavam descritos os objetivos do estudo, assim como os dados do pesquisador responsável para esclarecimentos e agendamento. Os objetivos e os procedimentos da pesquisa foram explicados a todas as participantes, que assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando em participar da pesquisa.

A participação na pesquisa foi livre, as voluntárias receberam também a informação de que poderiam suspender o experimento a qualquer momento, sem a necessidade de maiores explicações.

A formação dos grupos se deu através de amostra por conveniência, tendo os participantes sido aceitos segundo os critérios de sintomatologia do estresse, identificados de acordo com a PSS, cujo ponto de corte estabelecido foi o limite mínimo de 6 pontos no escore da avaliação inicial (COHEN, KAMARCK e MERMELSTEIN, 1983; LUFT, de OLIVEIRA SANCHES, MAZO e ANDRADE, 2007). Além desse escore limite na PSS, foram considerados como critérios de exclusão os indivíduos que apresentassem algum tipo de distúrbio neurológico ou psiquiátrico auto informado, ou os que fizessem uso de

medicamentos e substâncias psicotrópicas, adictos, ou ainda aqueles que estivessem em tratamento psicológico observados na triagem.

É importante considerar que na formação inicial dos grupos, o quantitativo da amostra foi de 30 participantes, como já dito, contudo, houve desistência de 12 voluntárias, sendo 6 em cada grupo. Inicialmente foram 4 desistências no grupo Experimental e a posterior mais 2 no mesmo grupo. No grupo Controle, houve 1 desistência nos primeiros dias da intervenção e no período da quarta sessão do experimento mais 5 voluntárias também desistiram.

7.3 LOCAL DA PESQUISA

O experimento foi feito em uma clínica de atendimento psicológico localizada na cidade do Recife, estado de Pernambuco, Brasil. O ambiente experimental do local foi configurado por uma sala de recepção para quatro pessoas, climatizada e bem iluminada. Uma sala contígua, apropriada para a intervenção do neurofeedback e do Teste de Simon, foi utilizada para o experimento. Este local estava composto por um sofá, uma poltrona confortável (onde os voluntários se posicionaram), mesas e bancadas, armários, computadores, monitores, acessórios e acesso à internet. Verificou-se plena adequação para as explicações dos objetivos e instruções dos procedimentos envolvidos na pesquisa, assim como para a aplicação dos questionários, escalas, inventários e teste cognitivo. Este ambiente esteve acusticamente protegido, foi configurado com atenuação luminosa e temperatura controlada em 23°C.

7.4 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

- Computador (configuração: disco rígido de 500 Gb, unidade central de processamento Intel® Celeron® N2940, memória RAM de 04 Gb e sistema operacional Windows 10 Home);
- Notebook Dell Inspiron 14-5447-A40 (configuração: tela de 14", disco rígido de 1 Tb, unidade central de processamento Intel® Core i7®, memória RAM de 16 Gb, placa de vídeo dedicada AMD Radeon 2 Gb e sistema operacional Windows 8 Professional);
- Apoiador de frente e queixo;
- Amplificador e conversor analógico-digital 8 canais neuroBOX (neuroUP - BR), com comunicação sem fio (Bluetooth 3.0), taxa de amostragem de 250 Hz, impedância 5KOhms;
- Touca elástica neuroCAP (neuroUP - BR), contendo doze eletrodos banhados a ouro;
- Gel eletrolítico (ElectroGel);
- Software Maestro (neuroUP - BR);
- Software Bodyfeedback (neuroUP - BR);
- Software E-Prime, versão 2.0 (Psychological Software Tools, Pittsburgh, PA);
- Software IBM SPSS versão 23 para análise estatística;
- Software MATLAB / EEGLAB / BRAINSTORM (MATrix LABoratory), para análise eletrofisiológica.
- Software Brainstorm (McGill / CNRS).

7.5 INSTRUMENTOS

7.5.1 Escalas de auto relato

7.5.1.1 Escala de Estresse Percebido (PSS)

A Escala de Estresse Percebido (PSS - *Perceived Stress Scale*) foi desenvolvida por Cohen e colaboradores (1983) com o objetivo de mensurar uma medida geral de como o sujeito percebe as situações como estressoras, ou seja, da sua percepção do estresse. Esta escala é um instrumento aplicável em diversas faixas etárias, em virtude de não considerar aspectos contextuais específicos. Este é um fator dos mais destacados no favorecimento da validação desta escala em inúmeros cenários culturais (LUFT et al., 2007).

A PSS consiste de 13 itens na versão validada para a língua portuguesa, que englobam três fatores essenciais relativos à vida do indivíduo: imprevisibilidade, sobrecarga e incontrolabilidade (COHEN, KAMARCK e MERMELSTEIN, 1983). As respostas variam de 0 a 4 (0 = nunca; 1 = quase nunca; 2 = algumas vezes; 3 = com muita frequência e 4 = muitas vezes). Sete questões tem conotação positiva (4, 5, 6, 7, 9, 10 e 13) e são efetuadas por contagem invertida: 0 = 4, 1 = 3, 2 = 2, 3 = 1 e 4 = 0. Todas as outras questões são somadas de maneira direta. O escore obtido é analisado de acordo com ordenação crescente, considerando-se os índices mais elevados como indicativos de estados de estresse. Nessa versão, os valores variam de 0 a 52.

7.5.1.2 Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE)

O IDATE é um instrumento de auto relato, tipo Likert, que visa abordar duas diferentes dimensões da ansiedade: traço e estado. Consiste em duas escalas organizadas com 20 itens cada, com o objetivo de mensurar os componentes traço e estado da ansiedade (FIORAVANTI et al., 2006). O primeiro, diz respeito aos recursos desenvolvidos que capacitam o indivíduo a lidar de maneira mais estável com maior ou menor ansiedade nas contingências da vida; por sua vez, ansiedade estado está mais associado a características de personalidade do indivíduo, relacionando-se a reações específicas direcionadas a situações momentâneas de desafios e adversidades, percebidas por sensações desagradáveis, tensão, de forma consciente, gerando alta atividade no sistema nervoso autônomo, em função da percepção de ameaças.

Para a correção, os valores dos itens 1,6,7,10,13,16 e 19 da escala Traço e dos itens 1,2,5,8,10,11,15,16,19 e 20 (1 = 4, 2 = 3, 3 = 2 e 4 = 1) da escala Estado devem ser invertidos. Os valores devem ser somados e a classificação está de acordo com o resultado obtido, sendo baixo nível de ansiedade – entre 20 e 34; moderado nível de ansiedade – entre 35 e 49; elevado nível de ansiedade – entre 50 e 64; e altíssimo nível de ansiedade acima de 65 (SPIELBERGER, C. D; GORSUCH, R. L. e LUSHENE, R. E., 1970).

O IDATE tem ampla aceitação nos estudos que envolvem ansiedade pela alta consistência interna das escalas que o compõe (FIORAVANTI et al., 2006). Ademais, Pasquali e cols. (1994), em uma amostra com população brasileira formada por 3449 sujeitos relacionaram 13 itens da ansiedade traço ao componente estresse.

7.5.1.3 Questionário biopsicossocial

Este questionário foi utilizado para registrar informações pessoais dos participantes, tais como nível de escolaridade, idade, estado civil e sexo. É um relato auto informe constituído por itens que englobam aspectos da saúde (sintomas psicológicos e físicos) e sócio demográficos dos participantes.

7.5.1.4 Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (Inventário de Oldfield)

O Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (OLDFIELD, 1971) é um instrumento do tipo auto relato, que mensura o índice de preferência de lateralidade (dominância manual) de um sujeito através da análise das atividades rotineiras diárias (TEIXEIRA e PAROLI, 2000).

7.5.2 Teste Cognitivo

7.5.2.1 Teste de Simon

Como descrito na delimitação teórica, o Teste de Simon se constitui como uma ferramenta útil para a mensuração de parâmetros que permitem avaliar a atenção, entre os quais estão os TRMs, a condição de correspondência e o chamado efeito Simon. A tarefa está pautada na apresentação randômica e balanceada de estímulos apresentados lateralmente na tela de um computador. A tarefa demanda a resolução de um conflito atencional, exigindo que o indivíduo selecione uma resposta considerando a característica intrínseca do estímulo (forma ou cor), em detrimento do processamento espacial (que deve ser inibido). Os tempos de resposta são mais lentos na condição onde não há correspondência espacial entre estímulo e resposta, em comparação à condição em que a localização da tecla e do estímulo correspondem espacialmente (GAWRYSZEWSKI et al., 2006). Tal diferença temporal é conhecida como efeito Simon, que é considerado como um indicador da capacidade de controle inibitório visuoespacial. Assim, pode-se dizer que o conflito na tarefa de Simon é resolvido por meio de um controle cognitivo que inibe as informações irrelevantes na decisão da resposta (SOUTSCHEK, MÜLLER e SCHUBERT, 2013).

7.5.3 Medidas eletrofisiológicas

A captação dos sinais elétricos foi feita pela touca de eletrodos elástica *neuroCAP* (*neuroUP*), contendo onze eletrodos banhados a ouro, dispostos de acordo com o sistema internacional 10-20, sendo 8 ativos, um referência e um ground, posicionados nas seguintes áreas do escalpo: frontal (F3 e F4), central (C3 e C4), vértex central (Cz), temporal medial (T3), occipital (O1 e O2) e referência (mastoide esquerdo), tendo o ground no posicionamento na linha média frontal (AFz).

Os registros corticais foram captados pelos eletrodos de forma não invasiva. O sinal registrado foi a diferença de potencial elétrico da atividade do EEG na região Cz do escalpo para um eletrodo de referência alocado no mastoide esquerdo. A impedância elétrica dos eletrodos foi mantida abaixo de 5KOhms, tendo sido utilizado um gel condutor eletrolítico (*Electrogel*) para melhorar a condutividade do sinal elétrico.

Para avaliação dos sinais eletroencefalográficos, registrou-se as frequências teta, SMR e beta na região central Cz, em estado de olhos fechados, antes do início e ao término de cada sessão

do programa de treinamento, durante um período de 3 minutos, através do software *Bodyfeedback* (neuroUp). A amplificação e conversão analógico-digital dos sinais foi realizada com o equipamento *neuroBOX* (neuroUP), com comunicação sem fio (Bluetooth 3.0) e taxa de amostragem de 250 Hz. O processamento de dados e apresentação dos *feedbacks* foram realizados através do programa *Bodyfeedback* (neuroUP).

O pré-processamento dos sinais Eletroencefalográficos foi realizado no programa MATLAB com a ferramenta EEGLAB (DELORME; MAKEIG, 2004). Foram aplicados filtros do tipo butterworth passa-banda na faixa entre 1 Hz e 50 Hz e também um filtro Notch em 60Hz. Além disso, foi calculada a re-referência digital utilizando a média comum de todos os canais. Em seguida, foi aplicada a Análise de Componentes Independentes (ICA) através do algoritmo RUNICA, com o objetivo de separar componentes relacionados com artefatos biológicos e não biológicos. A rejeição dos componentes foi realizada de forma semiautomática com o algoritmo Multiple Artifact Rejection Algorithm (MARA), que calculou a probabilidade dos mesmos não serem relacionados com sinais cerebrais de acordo com critérios como topografia, análise espectral e desvios da normalidade (WINKLER et al., 2014).

Informa-se que ao se reportar o valor da potência espectral das frequências neste trabalho, subentende-se que a unidade de medida correspondente é $\mu\text{v}^2/\text{Hz} \times 10^{-12}$. Logo, na etapa seguinte, operou-se a extração dos valores das potências espectrais das frequências através do software Brainstorm (McGill / CNRS).

7.5.4 Curva de aprendizagem do treinamento

O comportamento de um indivíduo é passível de modificação em decorrência do que é capaz de aprender. Um dos mecanismos de aprendizagem, descrito na delimitação teórica desta dissertação, é o condicionamento operante, o qual é fundamento básico para o sucesso com a técnica de neurofeedback (VERNON, 2003; DOPPELMAYR e WEBER, 2011). Do ponto de vista neurofisiológico, a aprendizagem é resultante de modificações na circuitaria neural em função da interação do indivíduo com estímulos ambientais e internos num sistema de regulação constante por padrões eletrofisiológicos de ativação e inibição (McKEE, 2008; PEPER, HARVEY, TAKABAYASHI e HUGHES, 2009). A figura 4 ilustra alterações sinápticas consequentes a processos de aprendizagem por condicionamento. O fluxo da

conexão foi alterado pela formação de uma nova sinapse (o botão B) e pela alteração de uma sinapse preexistente (o botão A que passou a ter maior contato com o corpo celular).

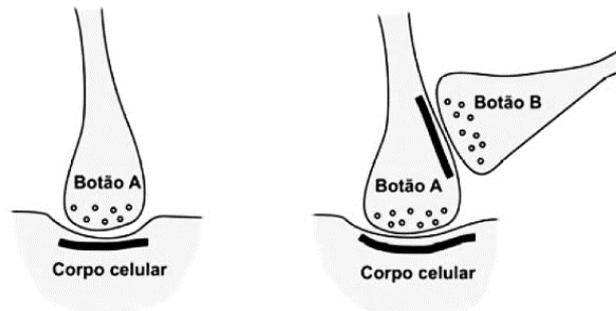


Figura 5. Representação de nova organização neuronal, antes (esquerda) e depois (direita) de uma experiência de aprendizagem. O condicionamento gerou a modificação estrutural que possibilitou um novo padrão de atividade neural relativo ao aprendizado (Adaptado de PAVÃO, 2008).

A aprendizagem pode ser expressa graficamente por uma curva, chamada curva de aprendizagem (ver figura 5), que são representações matemáticas do desempenho de determinado processo de aprendizagem. Existem vários modelos de curvas, em que se destacam os tipos potenciais, os exponenciais e os hiperbólicos, além de serem caracterizados pelo número de variáveis envolvidas: os univariados e os multivariados. Geralmente demonstram o resultado de uma razão estabelecida entre variáveis, que pode ser ordinal, numeral, dentre outras possibilidades (LOPES, SCALABRIN, RIELLA e MANFRE, 2008). Este constructo qualitativo será aplicado para avaliar a ocorrência de aprendizagem através da potência espectral da razão treinada.



Figura 6. Curva de aprendizagem univariada. Fonte: o autor.

8 PROCEDIMENTOS

8.1 AVALIAÇÃO DE ESTRESSE E DE PROCESSOS COGNITIVOS

8.1.1 Questionário, escala e inventário

Inicialmente as participantes se dirigiram para o local do experimento e preencheram o TCLE. Após este procedimento, responderam ao Inventário de Oldfield (todas foram destros), aos testes de auto relato: PSS, IDATE, e ao questionário biopsicossocial. Foram feitas as verificações dos escores e a classificação dos voluntários, aquelas que preencheram os critérios de inclusão passaram para a realização do Teste de Simon.

8.1.2 Teste de Simon

Após a realização dos questionários de auto relato e avaliação dos escores, realizou-se o teste de avaliação cognitiva e atencional (Teste de Simon). Nos respectivos dias agendados, para a realização da tarefa de Simon, cada participante foi convidado a sentar confortavelmente em frente a um monitor conectado ao computador, distanciado 57 cm dos olhos, tendo como apoio um suporte de frente e queixo entre os olhos e o monitor conectado ao computador.

A apresentação foi realizada por meio de estímulos de figuras de quadrados e círculos (1 grau de lado e altura e de 1 grau de diâmetro, respectivamente) e apresentados aleatoriamente 6 graus à esquerda ou à direita do ponto de fixação central na tela do computador. Os participantes selecionaram a resposta o mais rápido possível, metade com a tecla direita ao quadrado e esquerda ao círculo, e a outra metade com a relação estímulo-resposta contrária (figura 4). O intervalo de apresentação dos estímulos foi feito de forma randômica e permaneceram na tela até que a resposta tivesse sido efetuada. A sessão teve uma sequência de 120 trials, tendo inicialmente 20 ensaios que funcionaram como treinamento. Foram considerados erros: pressionar tecla errada (erros por emissão); emitir respostas em tempos de até 100 ms (erros de antecipação); e respostas lentas, com tempos acima de 1000 ms, (erros por omissão). A geração destes parâmetros descritos, assim como os registros foram feitos pelo software E-prime versão 2.0 (Psychological Software Tools, Pittsburgh, PA).

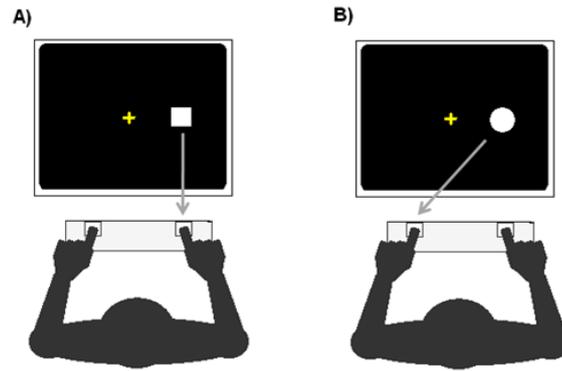


Figura 7: Representação experimental do teste de Simon. Quando a instrução for para responder com a tecla direita para um quadrado e com a esquerda a um círculo, exemplificam-se as condições de correspondência (A) e não-correspondência (B) (Reproduzida com autorização de Conde et al. 2007).

8.1.3 Treinamento com neurofeedback

Ao término do Teste de Simon, os participantes do grupo Experimental foram informados dos dias e horários para comparecerem ao local do experimento e participar das 9 sessões de treinamento com neurofeedback, com duração de 15 minutos cada, três vezes por semana.

No início de cada sessão, os participantes foram orientados quanto aos procedimentos para a realização do treino de neurofeedback. As instruções relativas ao alcance do objetivo (interação com feedback) foram ditas para cada uma das participantes, da seguinte forma: “Você deve buscar naturalmente um meio de controlar a nave abaixo da linha horizontal. Algumas dicas são: relaxar e se concentrar.” Eventuais dúvidas foram esclarecidas. Em seguida, o preparo incluiu o posicionamento adequado da participante numa poltrona confortável, em ambiente climatizado a 23° C. À sua frente, distante 57 cm, posicionou-se o monitor de 22 polegadas onde foi projetado o gráfico temático “Interestelar”. Este monitor esteve conectado ao notebook que rodou o programa do treinamento. Após isso, foi realizada a limpeza das regiões do escalpo em F3, FZ, F4, T3, C3, CZ, C4, O1 e O2, respectivamente onde se localizaram os eletrodos seguida pelo posicionamento da touca elástica de eletrodos *neuroCAP* (neuroUP). A posterior, foi verificada a qualidade do sinal, para então se dar início ao treinamento.

O protocolo de treinamento proposto foi baseado nos estudos desenvolvidos por Vernon e cols. (2003), tendo como objetivo o aumento de SMR e inibição de teta e beta na região central, especificamente no sítio Cz, de acordo com o Sistema Internacional 10-20 (JASPER, 1958).

A representação da atividade elétrica cerebral foi fornecida em tempo real aos participantes, através da modalidade sensorio visual. Esta representação foi realizada através do aplicativo *Bodyfeedback* (neuroUP), na qual um gráfico em linha, com temática "Interestelar", foi exibido na tela de acordo com a resposta elétrica cerebral, em forma de nave espacial que se deslocava no sentido vertical.

A expressão visual dos *feedbacks* oferecidos da atividade cortical foi desenvolvida em conformidade com a razão matemática (TETA+BETA)/SMR. De acordo com o objetivo proposto, aumentar o SMR e reduzir teta e beta, a “nave” se deslocaria para baixo; no sentido inverso, a “nave” se moveria para cima. Ou seja, o objetivo era fazer a nave descer abaixo de uma linha horizontal exibida no jogo. As demais informações estão detalhadas nos instrumentos. Após o término, a participante era lembrada da data da sessão seguinte e relatava subjetivamente ainda algumas sensações experimentadas durante o treino.

9 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A análise dos resultados obtidos foi expressa de forma descritiva através da média e do desvio padrão e inferencialmente, baseada em testes estatísticos, paramétricos e não paramétricos a depender da distribuição de normalidade dos dados. O nível de significância estatística foi estabelecido em 5% ($p < 0,05$). Assim, foi utilizado o Teste Mann-Whitney na análise dos dados sociodemográficos, em especial para examinar se houve diferença etária significativa entre os grupos. Para a PSS e o IDATE foi utilizado o teste Wilcoxon de pares combinados para se verificar a significância estatística da diferença dos escores obtidos em cada grupo, Experimental e Controle, pareados na condição pré e pós experimento.

Para o Teste de Simon, foi utilizado ANOVA mista de medidas repetidas com 2 níveis considerando as variáveis grupo (Experimental e Controle), momento (pré e pós), e correspondência (correspondente e não correspondente). O nível de significância estatística foi estabelecido em $p < 0,05$. Interações foram analisadas através do PostHoc com o método Bonferroni. Comparações adicionais foram feitas através do Teste T-Student de amostras relacionadas.

10 RESULTADOS

10.1 ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS

A amostragem foi realizada com 18 mulheres divididas igualmente entre grupo Experimental e grupo Controle. Todas declararam ter escolaridade de nível superior, estarem em exercício de suas profissões, e não ter realizado nenhum procedimento de neurofeedback anteriormente. Da mesma forma, confirmaram que não apresentavam ocorrência de diagnósticos que indicassem patologias neurológicas ou psiquiátricas no histórico pessoal, assim como o uso continuado de medicamentos, entorpecentes e outras substâncias com ação sobre o sistema nervoso.

Foi aplicado o teste de Mann-Whitney e não foi encontrada diferença significativa de idade entre os grupos ($p = 0,110$). Observou-se entre os grupos a mesma distribuição e homogeneidade na idade dos participantes. Na tabela 1, estão caracterizados alguns dos aspectos sociodemográficos da amostra.

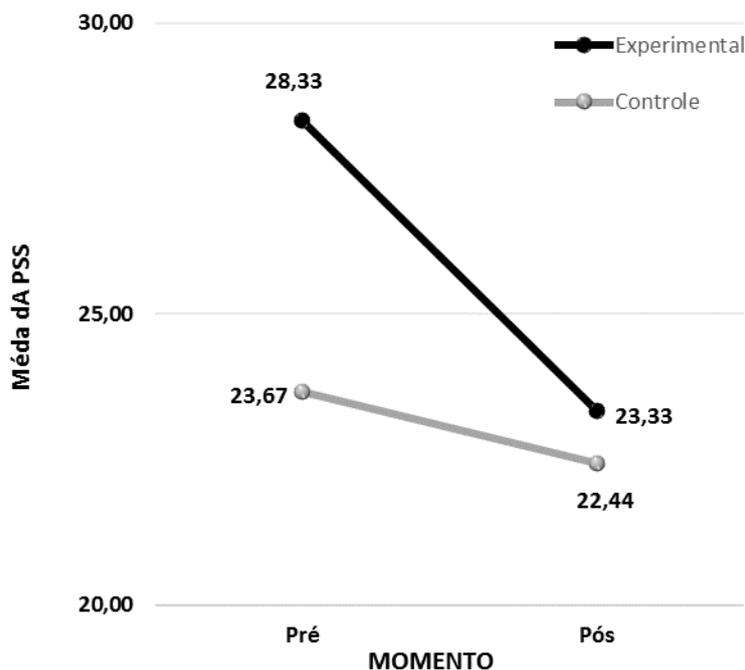
Tabela 1 - Caracterização dos aspectos sócio demográficos da amostra

Número de Participantes	G. Experimental	9	
	G. Controle	9	
IDADE (média \pm desvio padrão)	G. Experimental	33,44 \pm 4,83	P = 0,110
	G. Controle	29,78 \pm 4,41	
Sexo	Feminino	18	
Escolaridade	Superior completo	100%	
Exercício profissional	-	100%	

10.2 ESCALA DE ESTRESSE PERCEBIDO (PSS)

As médias e desvios padrão dos escores observados na PSS foram: para o momento pré ($28,33 \pm 10,20$) no grupo Experimental, e ($23,67 \pm 7,14$) no grupo Controle; para o momento pós, verificou-se ($23,33 \pm 5,90$) no grupo Experimental e ($22,44 \pm 8,16$) no grupo Controle. Tal como exposto no gráfico 1.

Gráfico 1 - Avaliação da Escala de Estresse Percebido (PSS)



Foi empregado para a análise dos dados o teste de Wilcoxon pareado, e encontrada uma diferença significativa entre os momentos independente de grupo ($p = 0,026$). Verificou-se ainda na comparação entre grupos pelo teste, uma diferença relevante no momento pré, tendo o grupo Experimental apresentado uma média mais acentuada ($28,33 \pm 10,20$). Na mesma comparação no momento pós essa diferença praticamente não existiu. No gráfico 1, observa-se a curva de diminuição significativa dos escores no grupo Experimental que não foi verificada no grupo Controle. Como esta redução foi tão mais pronunciada no grupo Experimental, sugere-se que houve efeito dos protocolos de treinamento nos escores da PSS.

10.3 ESCALA DE ANSIEDADE: IDATE-T, IDATE-E E IDATE-TOTAL

Para a comparação dos escores das três dimensões de avaliação do IDATE (traço, estado e total), no grupo Experimental e no grupo Controle, nos momentos pré e pós experimento, foi utilizado o teste Wilcoxon para amostras pareadas. Os valores de p mostram que não foi observada nenhuma diferença significativa, conforme os dados apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das médias e desvios padrão do inventário IDATE

TESTE	GRUPO	CONDIÇÃO	MÉDIA	p
IDATE-t	Experimental	Pré (sessão 1)	42,56 ± 9,91	0,624
		Pós (sessão 9)	44,33 ± 14,47	
IDATE-e	Experimental	Pré (sessão 1)	42,89 ± 9,80	0,953
		Pós (sessão 9)	42,11 ± 11,80	
IDATE-total	Experimental	Pré (sessão 1)	85,45 ± 18,96	0,813
		Pós (sessão 9)	86,44 ± 25,91	
IDATE-t	Controle	Pré (sessão 1)	42,11 ± 14,56	0,473
		Pós (sessão 9)	40,67 ± 12,11	
IDATE-e	Controle	Pré (sessão 1)	42,00 ± 10,42	0,292
		Pós (sessão 9)	44,22 ± 11,11	
IDATE-total	Controle	Pré (sessão 1)	84,11 ± 22,81	0,475
		Pós (sessão 9)	84,89 ± 22,18	

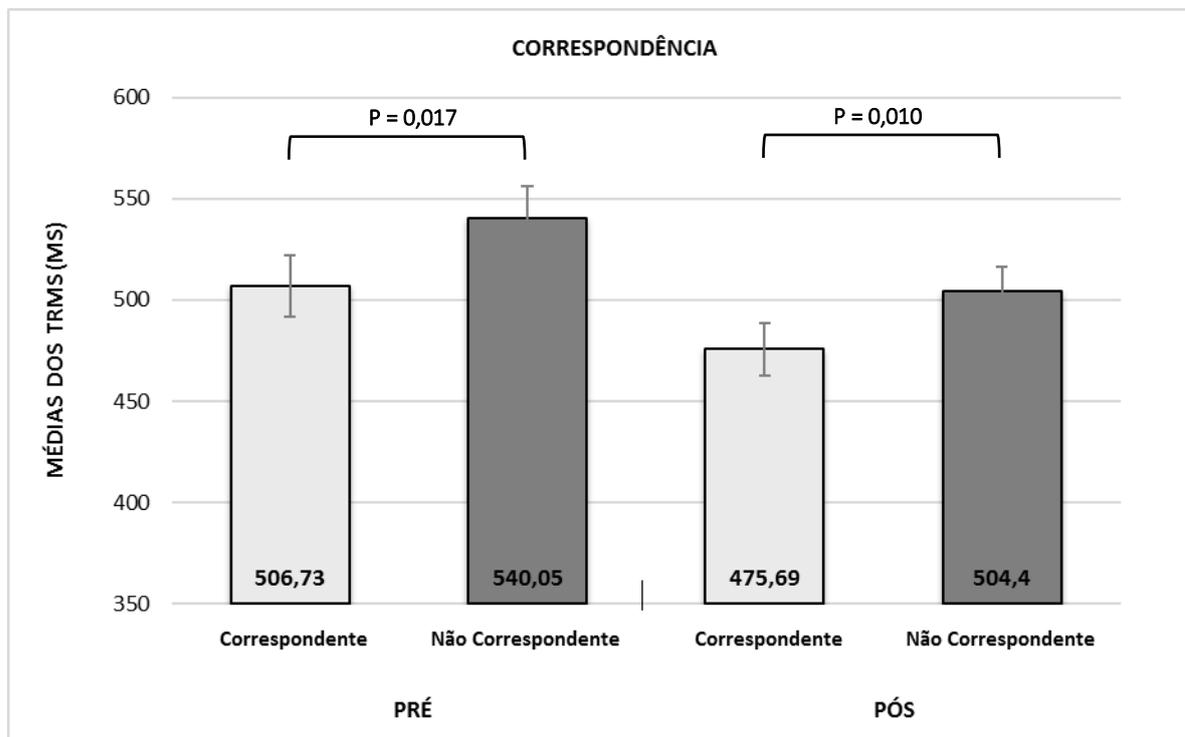
10.4 TESTE DE SIMON

Os TRMs médios de cada condição foram submetidos a uma ANOVA de medidas repetidas, sendo Grupo (experimental e controle) o fator intergrupo e as variáveis Momento (pré e pós) e correspondência (correspondente não correspondente) como intragrupos. A estimativa do tamanho do efeito também foi considerada (η^2 quadrado parcial).

Foi encontrada diferença significativa no efeito global para a variável correspondência ($F = 7,239$; $p = 0,004$; $\eta^2 = 0,608$). A partir das análises iniciais, para uma melhor compreensão das interações, foi conduzida uma análise post hoc pelo método de

Bonferroni, na qual foram identificadas diferenças significativas entre as seguintes condições: I) a condição correspondente no momento pré ($506,73 \pm 64,5$ ms) foi significativamente diferente ($F = 7,239$; $p = 0,017$; $\eta^2 = 0,608$) da condição não correspondente ($540,05 \pm 67,80$ ms); II) no momento pós, a diferença foi também significativa ($F = 7,239$; $p = 0,010$; $\eta^2 = 0,608$) entre a condição correspondente ($475,69 \pm 55,08$ ms) e a condição não correspondente ($504,04 \pm 51,71$ ms). Esta realidade caracteriza o efeito Simon.

Gráfico 2. Médias e erros padrão dos TRMs totais



Mostra as interações dos TRMs encontradas nas condições de correspondência, caracterizando o efeito Simon.

Em comparações ortogonais com o teste T-Student, encontrou-se diferenças importantes no grupo Experimental, entre os momentos pré ($528,24 \pm 51,98$) e pós ($483,16 \pm 61,86$), tanto na condição correspondente ($p = 0,079$) quanto na condição não correspondente ($p = 0,066$), indicando que o efeito Simon se manteve inalterado mas o TRM médio reduziu em ambas as condições após o programa de treinamento. Observa-se ainda que na mesma comparação feita para o grupo Controle nenhuma diferença foi encontrada. Este valores estão mostrados na tabela 3.

Para se verificar a acurácia das respostas, repetiu-se o modelo estatístico aplicado na avaliação dos TRMs, analisando-se os percentuais de erros segundo as condições de

correspondência relativas a grupos e momentos. Nenhuma diferença significativa foi encontrada.

Tabela 3 – Médias e desvios padrão dos Tempos de Reação Manual encontrados no Teste de Simon.

CORRESPONDÊNCIA	MOMENTO		p-valor *
	Pré Média ± DP	Pós Média ± DP	
Grupo Experimental			
Correspondente	528,24 ± 51,98	483,16 ± 61,86	0,079
Não Correspondente	559,89 ± 70,72	510,66 ± 59,38	0,067
Grupo Controle			
Correspondente	485,23 ± 71,40	468,21 ± 49,95	0,331
Não Correspondente	520,21 ± 1,65	498,13 ± 45,46	0,149

(*) Teste T-Student de medidas relacionadas

10.5 EEG

As análises do EEG foram realizadas no sítio Cz através de testes de Wilcoxon com medidas relacionadas. Conforme pode-se verificar na tabela 4, observa-se na comparação dos valores de teta no grupo Experimental obtidos no momento pós da sessão 1 ($0,69 \pm 0,49$) e da sessão 9 ($0,61 \pm 0,56$) uma tendência à diferença que foi marginalmente significativa ($p = 0,051$). Outro dado importante foi a relevante redução do ritmo beta em Cz ($p = 0,066$) encontrada também no grupo Experimental na comparação entre os momentos pós das sessões 1 ($0,18 \pm 0,11$) e 9 ($0,12 \pm 0,09$). Estas alterações não foram verificadas no grupo controle.

Não obstante, a potência de SMR não apresentou alterações nos registros do EEG.

Tabela 4 – Médias e desvios padrão das potências espectrais das frequências e da razão (TETA+BETA)/SMR nos diferentes momentos da avaliação.

Grupo Experimental	Momento		p-valor *
	1º sessão Média ± DP	9º sessão Média ± DP	
Teta Sessão pré	0,69 ± 0,49	0,57 ± 0,47	0,374
Teta Sessão pós	0,99 ± 0,83	0,61 ± 0,56	0,051
Beta Sessão pré	0,17 ± 0,11	0,12 ± 0,07	0,314
Beta Sessão pós	0,18 ± 0,11	0,12 ± 0,09	0,066
SMR Sessão pré	0,66 ± 0,55	0,34 ± 0,20	0,139
SMR Sessão pós	0,58 ± 0,40	0,41 ± 0,44	0,374
TETA+BETA/SMR Sessão pré	2,05 ± 1,26	2,43 ± 1,65	0,260
TETA+BETA/SMR Sessão pós	2,56 ± 1,71	2,75 ± 1,50	0,678

Em uma análise qualitativa do desempenho da razão treinada pelo grupo Experimental durante as 9 sessões (figura 6), percebeu-se a evolução individual de cada participante durante o programa de treinamento. Os pontos representam a mensuração da média da razão (TETA+BETA)/SMR em cada sessão. Diante das observações, na representação gráfica verificamos indícios meramente qualitativos que algumas participantes possivelmente tenham atingido a aprendizagem no controle da razão treinada. Outras voluntárias, não apresentaram indícios claros da modulação da aprendizagem pelo treinamento.

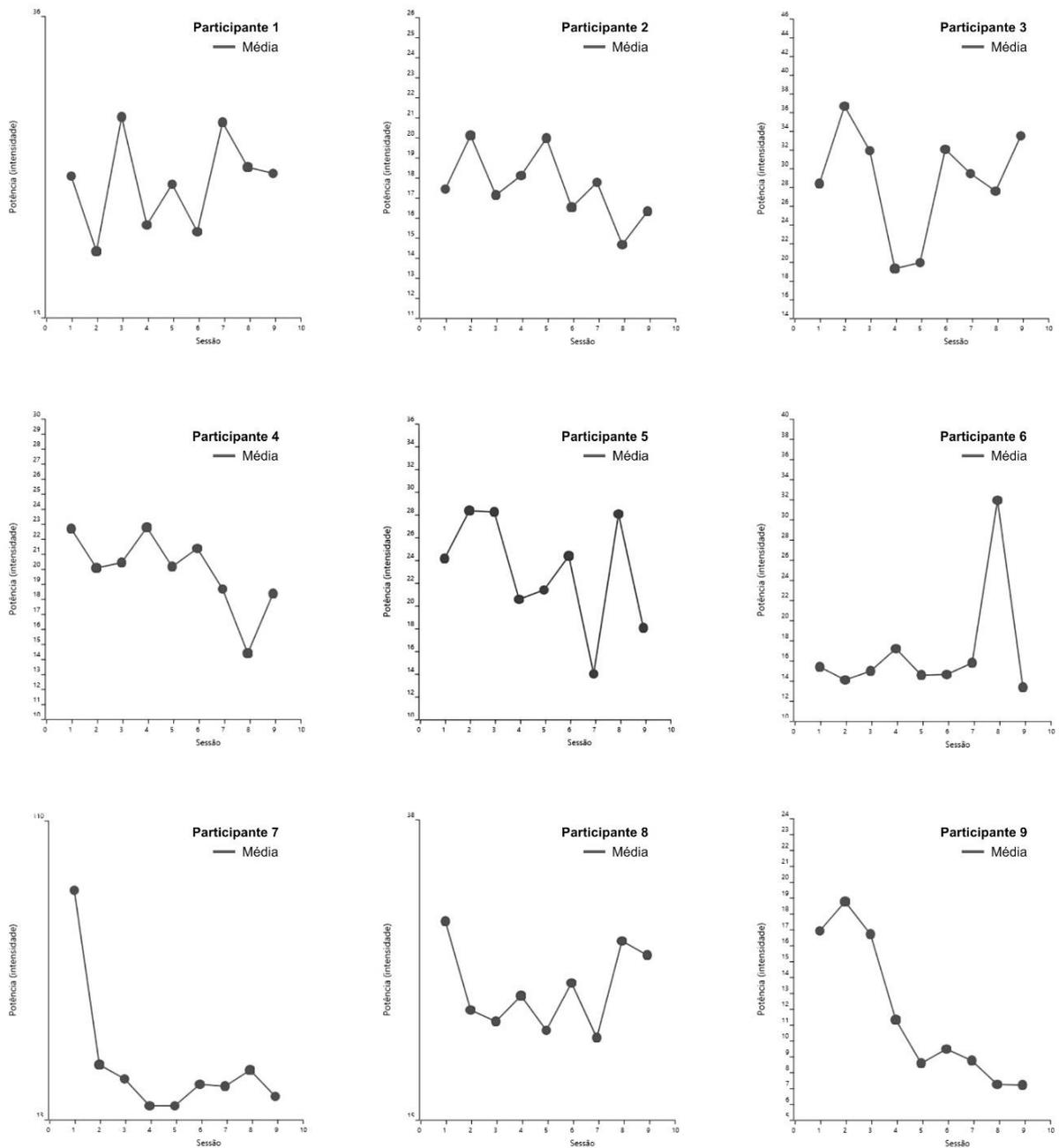


Figura 8. Gráficos do desempenho do treinamento realizado no grupo Experimental. O eixo horizontal indica o número de sessões e o eixo vertical mostra o índice da razão $(TETA+BETA)/SMR$. Quanto menor for o índice mais eficaz é o treinamento, uma vez que o objetivo foi reduzir teta e beta e aumentar SMR.

11 DISCUSSÃO

Nossa pesquisa procurou estudar os efeitos do neurofeedback na redução dos níveis de estresse percebido e no processamento atencional, tendo por base o estudo de Vernon e cols. (2003). Estes pesquisadores publicaram resultados apontando uma melhoria cognitiva, em especial na atenção, a partir do treinamento direcionado ao aumento de SMR e redução concomitante de teta e beta na região central do córtex. Outros trabalhos também indicaram resultados semelhantes em termos de desempenho cognitivo (EGNER e GRUZELIER, 2001; VERNON et al., 2003; DOPPELMAYR e WEBER, 2011).

Em complemento, o treinamento com neurofeedback por meio do protocolo SMR também está associado a efeitos de relaxamento e redução de ansiedade (MASTERPASQUA e HEALEY, 2003; HAMMOND, 2011; NINAUS et al., 2013; GRUZELIER, 2014).

Especificamos ainda, que Vernon e cols. (2003) determinaram o protocolo utilizado pautando-se no treino de duas razões: SMR/teta e SMR /beta. O nosso delineamento metodológico considerou, da mesma forma, a modulação dos 3 padrões de ondas da referida pesquisa, no entanto, com uma ressalva de caráter técnico. Vernon e cols. (2003) programaram o treino das duas razões distintas (SMR/teta e SMR /beta) simultaneamente em um único protocolo. Em nosso trabalho, o software gerenciador (Bodyfeedback - neuroUP) disponibilizou feedback visual em tempo real para as participantes mediante controle da razão $(TETA+BETA)/SMR$.

Ademais, a razão $(TETA+BETA)/SMR$ parece ser desconhecida em sua expressão direta, não tendo sido encontrado estudos que preconizem esse protocolo. No entanto, alguns estudos investigaram treinamentos baseados em razões de beta/SMR, teta/SMR, alfa/teta, entre outras (NIV, 2013). Uma sequência de experimentos realizados por Egner e Gruzelier (2003) é destaque no uso de razão entre frequências para formação de protocolos. No primeiro estudo eles treinaram um grupo de 36 estudantes randomizados durante 10 sessões, 2 vezes por semana com duração de 15 minutos cada. Foram divididos em 3 grupos: a) grupo que recebeu neurofeedback através de dois protocolos, aumentar beta em C3 e aumentar SMR em C4 e alfa/teta em Pz (aumentar alfa e reduzir teta); b) grupo que treinou as mesmas razões de neurofeedback, mas teve acrescentado treinamentos de habilidades musicais e atividades físicas; e c) grupo controle que não recebeu intervenção. O resultado mostrou melhorias apenas no grupo que recebeu neurofeedback sem outras intervenções. Mais ainda, apenas a razão alfa/teta avaliada apresentou significância no desempenho musical e na capacidade de controle de estresse situacional.

No segundo estudo, recrutaram 61 músicos divididos aleatoriamente em 3 grupos de neurofeedback que treinaram 10 sessões entre 6 a 8 semanas, 15 minutos cada sessão: aumento de beta ($n = 9$) em C3, aumento de SMR ($n = 9$) em C4, razão alfa/teta ($n = 8$) em Pz; outro grupo praticou exercício físico ($n = 16$); um outro realizou treinamento de habilidades mentais ($n = 9$), e o último engajou-se na execução da técnica de Alexander ($n = 10$), que é uma escala para avaliação de desempenho musical. Os resultados apontaram novamente melhorias significativas no desempenho musical sob condição de estresse apenas no grupo neurofeedback que treinou a razão alfa/teta.

Essas investigações, mostraram também que aumento de alfa e redução de teta nos sítios treinados influenciaram topograficamente a redução de beta nas regiões frontais, o que está relacionado a diminuição de ansiedade (EGNER e GRUZELIER, 2003).

Adicionalmente, reportamos que Kayiran e cols. (2010), aplicaram neurofeedback utilizando a razão teta/SMR, e obtiveram resultados positivos no tratamento da dor e das instabilidades emocionais em indivíduos com fibromialgia. Esta eficácia foi assinalada pelos instrumentos utilizados para a medição de qualidade de vida, ansiedade e depressão, no entanto, não foi verificada alteração nos padrões do EEG.

Considerando esses dados, o presente estudo propôs uma inovação nesse protocolo de treinamento ao conjugar a razão (TETA+BETA)/SMR. Ressaltamos que é importante estudar os efeitos de novas configurações para os protocolos com neurofeedback, complementamos que a própria pesquisa de Vernon e cols. (2003) apresentou também uma inovação ao propor em um dos grupos treinados o aumento de teta e a redução de delta e alfa, sendo até então um protocolo não conhecido (VERNON et al., 2003).

Outrossim, a presença elevada de ritmos rápidos como beta, está associada a comportamentos de reatividade intensa, impulsividade emocional, agitação motora, que são traços indicativos de vulnerabilidade ao estresse (McKEE, 2008; LUPIEN, McEWEN, GUNNAR e HEIM, 2009). Em reforço, diminuições na potência espectral de teta sinalizam para melhorias nas avaliações cognitivas em testes de rotação mental (HANSLMAYR, SAUSENG, DOPPELMAYR, SCHABUS e KLIMESCH, 2005), além de melhorias percebidas nos níveis de estresse e ansiedade em um grupo de idosos que treinaram a razão alfa/teta, verificou-se nesse estudo uma diminuição nos escores da Escala Visual Analógica (VAS) que mensura níveis de estresse e ansiedade (LECOMTE e JUHEL, 2011).

Os nossos achados demonstraram uma atividade diminuída de teta e beta, logo, essas reduções podem estar relacionadas com menores níveis de estresse, bem como melhoria na

atenção, enfatizando que as participantes do grupo experimental reportaram acentuada redução nos escores da PSS e diferenças significativas no teste de Simon.

Nas avaliações dos instrumentos utilizados neste trabalho, percebeu-se a possibilidade do treinamento ter influenciado na diferença significativa encontrada na PSS durante a comparação entre os momentos ($p = 0,026$). Contribuindo com essa argumentação, destaca-se a relevante curva de diminuição dos escores verificada no grupo Experimental (gráfico 1) entre os dois momentos, assim como a constatação de que no momento pré sua média foi bem mais acentuada em relação ao grupo Controle. Este, por sua vez, permaneceu com médias inalteradas ao longo do período de treino do outro grupo.

Pode-se pensar, em contraposição, que indivíduos aprendem a gerenciar mecanismos próprios diante de eventos estressores (DE OLIVEIRA, 2006). A condição de ansiedade pela realização de um experimento desconhecido é um fator especulativo para esta discussão, na medida em que na primeira avaliação, precedente ao início do experimento, poderia se cogitar um aumento de estresse por parte das integrantes do grupo Experimental relativo ao evento desconhecido, e que no transcorrer do treinamento, já conhecendo o processo, elas poderiam ter se sentido ambientalmente mais adaptadas aos procedimentos. Esta perspectiva talvez seja suportada pelo pensamento de Lipp (2003), que assume como sendo fontes de influência psicobiológica as alterações ambientais, as situações experimentais desconhecidas e outros fatores psicossociais estressores. Desta forma, levanta-se uma hipótese de que, mais do que a influência do neurofeedback, algumas das participantes do grupo Experimental poderiam ter aprendido a gerenciar o próprio estresse, tornando-se menos vulneráveis inicialmente em função do processo até então desconhecido, sendo assim desconsiderado o efeito da intervenção. No entanto, como o mesmo efeito não foi identificado no grupo controle, interpretamos que a redução dos escores tenham sido devido ao treinamento com neurofeedback.

Um outro ponto a se cogitar é o chamado efeito placebo. Esta variável é tida como um elemento presente em alguns tipos de intervenção no âmbito da saúde. Medicamentos (TEIXEIRA, 2008), psicoterapias (KNAPP e BECK, 2008), e também programas de treinamento com neurofeedback (HAMMOND, 2011), podem desencadear deste tipo de efeito.

Não obstante essas perspectivas, alguns aspectos parecem divergir dessas inferências, tais como a relevante diferença nos escores das médias na avaliação inicial, que deixou de existir no momento 2, além da manutenção de médias muito semelhantes no grupo Controle verificada nos escores da PSS nos dois momentos.

No IDATE não se verificou diferença nas avaliações da ansiedade em nenhuma condição, estes dados poderiam servir para reforçar a argumentação surgida na discussão anterior envolvendo a PSS, onde se problematizou sobre o suposto efeito placebo e/ou a adaptação ambiental. Logo, a aceitação dessas possibilidades deveria ter contribuído para alterações nos escores iniciais (momento pré) da ansiedade no grupo Experimental, posto que estariam se submetendo a uma intervenção, mas tal condição não foi observada através dos resultados. As médias entre os dois grupos, ao contrário, foram praticamente as mesmas.

A subescala “estado” do IDATE avalia a condição de estado emocional transitório e é passível de influências temporais, variando de acordo com o ambiente e a intensidade emocional experimentada (FIORAVANTI et al., 2006). As sensações desconfortáveis sentidas em momentos de apreensão e interpretação de ameaça podem ser percebidas e relatadas conscientemente, além de ativarem o sistema simpático para as respostas neuroendócrinas já conhecidas na presença de estresse e ansiedade (SALLES e SILVA, 2012). Assim, as interferências cogitadas não parecem estar em coerência com as indagações levantadas.

Essa argumentação pode nos remeter ao trabalho de Putman e cols (2014). Estes sinalizaram que o estresse e a ansiedade comprometem o desempenho executivo cognitivo podendo alterar o controle atencional. Apontando na mesma direção, Sãnger e cols. (2014), enfatizam que na presença de níveis de estresse mais elevados os mecanismos de atenção são alterados. Inferimos assim, que uma influência mais intensa do estresse por adaptação ambiental no contexto dessa pesquisa, a ponto de se tornar obstáculo à aprendizagem, poderia também modificar a latência dos TRMs, o que não ocorreu ao se observar os resultados.

Soma-se a estes argumentos, os relatos subjetivos das voluntárias antes e após as sessões, no sentido de não expressarem alterações emocionais percebidas ou relatadas quanto a expectativa para iniciar o treinamento.

Diante do exposto, a suposição acerca da interferência dos fatores placebo e adaptação ao treinamento aparentam não serem responsáveis pela diferença significativa encontrada na PSS. Esses argumentos, em conjunto com os resultados do EEG e da avaliação da aprendizagem, vistos mais adiante, contribuem para a suposição de que o protocolo proposto pode ter ocasionado a redução de estresse avaliado pela escala de estresse percebido.

Colocando os resultados da tarefa de Simon em perspectiva, podemos afirmar que esses resultados estiveram convergentes com a literatura, no sentido de que o padrão esperado envolvem TRMs mais rápidos nas condições correspondentes em comparação às condições não correspondentes, gerando o chamado efeito Simon (HOMMEL, 2011; CONDE,

TEIXEIRA e LACERDA, 2014). O efeito Simon foi global, independente do grupo ou do momento. Os dados esboçaram que a dimensão do efeito Simon encontrada no grupo que recebeu a intervenção do neurofeedback não diferiu da observada no grupo Controle. No entanto, os TRMs variaram de maneira relevante no grupo Experimental entre momentos pré e pós para as condições correspondentes e não correspondentes. Esses dados, em conjunto com a redução verificada na PSS parecem estar condizentes com a redução de estresse percebido.

Seguimos o mesmo modelo estatístico aplicado nos TRMs para verificar a acurácia das respostas, analisando os percentuais de erros segundo as condições de correspondência relativas a grupos e momentos. Não foi encontrada nenhuma diferença significativa.

Considerou-se que a acurácia das respostas, medida através dos percentuais de erros, parecem não ter tido maiores influências da intervenção do neurofeedback. Este achado não configura valor estatístico significativo, entretanto, não se pode afirmar que isso invalide os possíveis benefícios do protocolo aplicado.

Iriarte e Artieda (2013) reportam que ganhos no padrão SMR estão associados a ganhos em um dos hemisférios. Essa descoberta permite a inferência de que TRMs na condição não correspondente na tarefa de Simon seriam menores caso se estabelecesse um controle efetivo do aumento nos padrões corticais SMR na região central do cérebro. Estes ritmos estão fortemente relacionados aos processos atencionais (VERNON et al., 2003; BARNEA, RASSIS, RAZ, OTHMER e ZAIDEL, 2004; HAMMOND, 2011).

Hipotetizamos que, se tivesse ocorrido aumento significativo na atividade de SMR no grupo treinado, possivelmente teríamos evidenciado maiores ganhos cognitivos (VERNON et al., 2003; KROPOTOV, 2009; DOPPELMAYR e WEBER, 2011). Como consequência, poderiam ter surgido mais efeitos tanto no efeito Simon quanto na acurácia das respostas.

Reforçando a ideia da influência positiva do aumento de SMR no desempenho do córtex somato sensorial, reportamos o estudo de Egner e Gruzelier (2001), que demonstrou uma correlação positiva entre aumento do ritmo sensorio motor (SMR) e o desempenho atencional na performance musical de uma população de estudantes de música. Estes sujeitos, 22 anos de média de idade, apresentaram ganhos atencionais em tarefas de processamento inibitório com estímulos auditivos (do tipo Go/No-Go), visuais de desempenho contínuo e redução de erros de comissão quando submetidos ao Teste de Variáveis de Atenção (TOVA).

Por trás dos resultados, encontram-se mecanismos responsáveis pela lentificação dos tempos de reação dos processos controlados e a diminuição dos tempos de reação nos processos automáticos, os quais são acompanhados de uma diminuição e aumento do efeito

Simon, respectivamente (HOMMEL, 2011). Dessa forma, podemos observar que os processos que envolvem um engajamento cognitivo maior, como o controle inibitório e a resposta das condições não correspondentes, necessitam de um tempo maior de processamento neural e devido ao cruzamento das fibras ocorre a lentificação dos tempos. Ao contrário dos tempos diminuídos nos processos automáticos que envolvem mecanismos mais rápidos de processamento cognitivo relacionado com a resposta da condição correspondente (BARNEA, RASSIS, RAZ, OTHMER e ZAIDEL, 2004).

Com referência às medidas do EEG registrado na região Cz, observou-se que a banda teta ($p = 0,051$) e a banda beta ($p = 0,066$) demonstraram diferença quase significativa nas comparações entre o momento pós da sessão 1 e o momento pós da sessão 9 apenas no grupo experimental. Assim, essas alterações em teta e beta podem ser indicativo de que as participantes tenham conseguido aprender a controlar estes padrões eletrocorticais.

Reduções em teta na região central do escalpo podem estar relacionadas com melhoria atencional em indivíduos saudáveis. Sabe-se também que a atividade aumentada de beta pode estar associada ao processamento de estímulos emocionais de valência negativa (WOODRUFF, DAUT, BROWER e BRAGG, 2011). Sugere-se que as diferenças em teta e beta, tal como descrito, possam estar relacionadas com a redução nos escores da PSS, contribuindo para se atingir parcialmente o objetivo do protocolo. Parcialmente, pelo fato de que não se configurou estatisticamente o controle de SMR.

Convém fazer aqui algumas ressalvas importantes aos resultados reportados. O fato das participantes não terem conseguido aumentar SMR, pode não significar necessariamente que não tenham aprendido a auto regular seus ritmos cerebrais.

A nossa expectativa foi a de que a diminuição de teta e beta associada ao aumento de SMR impactasse na diminuição do valor da razão treinada, gerando um ganho atencional, e de forma simultânea, uma redução da ansiedade e melhor controle hiper-cinético, aspectos presentes em quadros de estresse (GRUZELIER, 2014). Detectaram-se diminuições em teta e beta, no entanto, SMR não variou, tal como a própria razão (TETA+BETA)/SMR.

Na medida em que buscamos compreender os motivos pelos quais não se atingiu a efetividade integral com o protocolo, inferimos que alguns fatores podem ser os responsáveis, sendo variáveis não previstas no experimento, mas que possivelmente tenham influenciado para que as curvas de aprendizagem não tenham se apresentado todas de maneira homogênea.

Destacamos a forma de conduzir graficamente o objetivo no jogo. A resposta gráfica ao objetivo proposto pareceu não estar coerente com o desafio da atividade, uma vez que a resposta visual lúdica indicada como meta foi abaixar a nave para que ficasse sob uma linha

horizontal no jogo. Tradicionalmente os estímulos envolvidos em aparatos lúdicos indicando “ganho” visam fazer com que objetos se elevem, acertem alvos, produzam efeitos positivos, como marcar gols e decolar aeronaves. O treinamento estimulou as participantes a adotar uma estratégia inversa, manter a nave abaixo de uma linha, inibindo o voo da mesma para o alto da tela. Subjetivamente, indivíduos associam o objetivo dos jogos a um desempenho lúdico de ganhos com elevação, com positividade, com acerto. Portanto, a tendência natural, seguindo uma particularidade lúdica, seria a de fazer a nave subir ao invés de abaixar.

Um outro elemento que pode também ter limitado uma maior eficácia do protocolo foi a instrução dada para se atingir o objetivo do programa: “Você deve buscar um meio de fazer a nave descer abaixo da linha horizontal. Algumas dicas são: relaxar e se concentrar.” Talvez o mais adequado fosse apenas informar o objetivo, deixando por iniciativa de cada voluntária a melhor estratégia para se conseguir o reforço positivo no alcance da meta. SMR é um ritmo associado a cognição (VERNON et al., 2003; KROPOTOV, 2009), o fato da instrução ter sido primordialmente direcionada para o relaxamento, no intuito de redução do estresse, pode ser considerado como um fator inibitório do aumento de SMR, uma vez que o estado de prontidão poderia ter sido reduzido em função do comando “relaxar”. As modulações cognitivas surtem efeitos nos padrões elétricos cerebrais (MYERS e YOUNG, 2012; NIV, 2013; VASQUEZ, MARIEN, EVELIO, ALIÑO e SALVADOR, 2015)

Um outro aspecto é o próprio processo de aprendizagem por condicionamento operante que pode sofrer influências não percebidas objetivamente no momento do reforço, mas que de alguma forma tem impacto nas respostas eliciadas (DARWICH e TOURINHO, 2005). Essas contingências operantes têm como mediadores as especificidades biológicas, estruturais e funcionais, assim como ocorrências psicossociais, que implicam em padrões de aprendizagem típicos e diferenciados. As condições de tempo e frequência de um reforço podem obedecer a essas instâncias neurobiológicas e psíquicas, resultando em expressões comportamentais distintas (DARWICH e TOURINHO, 2005).

Tais condições parecem ter provocado alguma interferência no transcorrer do experimento. Conforme visto nos gráficos da figura 6, pode-se dizer que notadamente três das nove participantes demonstraram tendências de uma curva de aprendizagem da razão treinada. Algumas outras, mesmo não apresentando de forma nítida tal tendência, parecem expressar um potencial para aprender o autocontrole dos ritmos elétricos cerebrais. A suposição para essa limitação da aprendizagem é a de que os impactos emocionais experimentados, citados adiante, também podem ter influência negativa no processo, e que a partir do estabelecimento de um cenário mais propício teriam obtido o efeito desejado com o treinamento.

Nesse sentido, vale salientar que foram as participantes 3 e 8 que passaram por eventos emocionalmente fortes. Nas duas sessões seguintes, após o treinamento, verificou-se uma diminuição na intensidade da razão, que voltou a subir na última sessão, data coincidente com outro evento emocional. A segunda situação, uma das participantes, reportou que nos dias das sessões 4 e 6 participou de um processo de seleção para um cargo profissional importante. Observa-se no gráfico as alterações na intensidade da razão treinada por parte dessa participante.

A suposição é que ambas poderiam ter estabelecido aprendizagem do controle electrocortical expresso pelo gráfico caso não se verificasse tais ocorrências. Neste picos de intensidade emocional experimentados pelas participantes citadas, pode ter ocorrido uma elevação situacional nos padrões de teta e de beta, esperada em situações de ruminância cognitiva e desconfortos emocionais (KROPOTOV, 2009; PRICE e BUDZYNSKI, 2009). Estes aumentos potenciais podem se traduzir em uma dificuldade para o sistema se adaptar às situações e estímulos de forte valência emocional (BRUNETTI et al., 2014).

Um outro ponto importante a ser observado foi a inconstância dos horários. Algumas das participantes, por motivos não previstos, não puderam manter os mesmos horários das sessões, variando em algumas ocasiões. Em seu estudo, Vernon e cols. (2003) fizeram ressalvas quanto a esse tipo de intercorrência, informando que tal fato pode inserir fatores de incerteza nas análises comparativas, como por exemplo, o tempo entre os registros do EEG, a quantidade de sono e mudanças na excitabilidade emocional.

O modo pelo qual optou-se por fazer o registro do EEG, antes e após cada sessão do treinamento, associado à instrução dada: “feche os olhos e fique relaxada, tentando não piscar”, pode também ter influenciado em um estado de relaxamento, fazendo com que as faixas de frequências diminuídas rebaixassem o estado de atividade cerebral de forma mais proeminente. Nesse sentido, a gravação do EEG poderia ter sido realizada sob a condição de olhos abertos, uma vez que é sabido que os padrões de SMR e beta estão associados a estados de prontidão e processamento cognitivo (DA SILVA, 2013).

Abre-se, portanto, a possibilidade para estudos futuros que procurem contemplar algumas lacunas naturais existentes no desenvolvimento científico desse estudo. Diante das limitações percebidas, propõe-se para novas pesquisas algumas medidas no sentido de avanços referentes ao protocolo adotado.

Destacamos a ampliação do número de participantes. Uma amostra maior poderá caracterizar uma melhor homogeneidade de participantes, sendo menos vulnerável às medidas de dispersão. O aumento do número e da frequência das sessões também pode gerar impactos

positivos nos resultados. Trabalhos voltados para redução de ansiedade tem protocolos com 20 sessões em média (HAMMOND, 2011).

O implemento de uma rotina que gerencie melhor a questão das variações nos horários de cada participante é outro ponto importante a ser discutido, assim como a expansão da gravação dos sinais elétricos cerebrais para outras regiões do escalpo, como também investigar outras bandas de frequências.

Não obstante o reconhecimento das limitações do estudo, enfatizamos os resultados positivos caracterizados pela redução na PSS, diminuição dos TRMs no teste de Simon e índices reduzidos de teta e beta registrados pelo EEG.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, o estudo demonstrou que as variações significativas e relevantes nos escores da PSS, nas medidas de atenção na tarefa de Simon, e nas alterações de teta e beta no EEG, evidenciam que o protocolo aplicado pode ter desenvolvido no grupo Experimental uma influência importante na redução do estresse e também consequências positivas nos mecanismos atencionais. O fato de não se verificar alterações do padrão SMR, pode indicar uma eficácia parcial da intervenção, dada a importância deste ritmo cortical, mas existem evidências que efeitos positivos podem ser encontrados mesmo sem indicadores fisiológicos significativos.

Apesar do delineamento dessa pesquisa ter sido baseado no estudo de Vernon e colaboradores (2003), não se tem conhecimento de outro trabalho que tenha examinado o efeito deste tipo de formação sobre o manejo do estresse e do desempenho atencional, tratando-se, portanto, de uma proposição inovadora.

Diante dos indicativos e das argumentações expostas, sugerimos que o treinamento proposto tenha produzido efeitos no estresse e na integração sensoriomotora. Embora, as intercorrências relatadas devam ser consideradas para que tenhamos ponderação em aceitar plenamente o protocolo utilizado em nosso experimento.

Por fim, conforme abordado nesta pesquisa, os altos índices de estresse com que a população vem sofrendo em ritmo aumentado tem causado ao indivíduo prejuízos neurofisiológicos com repercussões cognitivas, emocionais e comportamentais. Desta forma, torna-se necessário o desenvolvimento de métodos qualificados e eficazes para um melhor gerenciamento deste problema. O neurofeedback é uma importante contribuição da psicofisiologia aplicada, é uma técnica não invasiva de reconhecida eficácia que pode atender a esta demanda.

Sustentamos que este estudo oferece contribuições positivas para a abordagem ao estresse, assim como para melhoria dos mecanismos atencionais. Este trabalho amplia as evidências para práticas terapêuticas e inovações tecnológicas que fomentam a melhoria na qualidade da saúde humana, além de revelar conhecimento útil para a comunidade científica.

REFERÊNCIAS

- ANGELAKIS, E.; HATZIS, A.; PANOURIAS, I. G.; SAKAS, D. E. **Brain-computer interface: a reciprocal self-regulated neuromodulation.** In: Operative Neuromodulation. Springer, p. 555-559, 2007.
- ANGELAKIS, E.; STATHOPOULOU, S.; FRYMIARE, J. L.; GREEN, D. L.; LUBAR, J. F. e KOUNIOS, J. **EEG neurofeedback: a brief overview and an example of peak alpha frequency training for cognitive enhancement in the elderly.** The Clinical Neuropsychologist, v. 21, n. 1, p. 110-129, 2007.
- ARNS, M.; DE RIDDER, S.; STREHL, U.; BRETHER, M.; COENEN, A. **Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis.** Clinical EEG and neuroscience, v. 40, n. 3, p. 180-189, 2009.
- ARNS, M.; HEINRICH, H.; STREHL, U. **Evaluation of neurofeedback in ADHD: the long and winding road.** Biological psychology, v. 95, p. 108-115, 2014.
- ARNSTEN, Amy F. T. **Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function.** Nature Reviews Neuroscience 10, 410-422, 2009.
- ASSOCIATION FOR APPLIED PSYCHOPHYSIOLOGY AND BIOFEEDBACK (AAPB). What is biofeedback? Definition and Explanation of Biofeedback. Official report document, 2008.
- BAEHR, E.; ROSENFELD, J. P.; BAEHR, R. **Clinical use of an alpha asymmetry neurofeedback protocol in the treatment of mood disorders: Follow-up study one to five years post therapy.** Journal of neurotherapy, v. 4, n. 4, p. 11-18, 2001.
- BANASCHEWSKI, T.; BRANDEIS, D. **Annotation: what electrical brain activity tells us about brain function that other techniques cannot tell us—a child psychiatric perspective.** Journal of Child Psychology and Psychiatry, v. 48, n. 5, p. 415-435, 2007.
- BARNEA, A.; RASSIS, A.; RAZ, A.; OTHMER, S.; ZAIDEL, E. **Effects of neurofeedback on hemispheric attention networks.** Brain and cognition, v. 10, p. 8-13, 2004.
- BATTY, M. J.; BONNINGTON, S.; TANG, Bo-Kim; HAWKEN, M. B.; GRUZELIER, J. H. **Relaxation strategies and enhancement of hypnotic susceptibility: EEG neurofeedback, progressive muscle relaxation and self-hypnosis.** Imperial College, 2006.
- BONINI-ROCHA, A. C. et al. **Metodologia para observação e quantificação de sinais de EEG relativos a evidências cognitivas de aprendizagem motora.** Ciências & Cognição, v. 13, n. 2, p. 27-50, 2008.
- BORGES, C. S.; LUIZ, A. M. A. G.; DOMINGOS, N. A. M. **Intervenção cognitivo-comportamental em estresse e dor crônica.** Arq Ciênc Saúde, v. 16, n. 4, p. 181-6, 2009.

BRUNETTI, Marcella et al. **Do you know what I mean? Brain oscillations and the understanding of communicative intentions.** *Frontiers in human neuroscience*, v. 8, p. 36, 2014.

BUDZYNSKI, T. H.; BUDZYNSKI, H. K.; EVANS, J. R.; ABARBANEL, A. **Introduction to quantitative EEG and neurofeedback: Advanced theory and applications.** Academic Press, 2009.

BURCH, J. B. et al. **Shift Work and Heart Rate Variability Coherence: Pilot Study Among Nurses.** *Applied psychophysiology and biofeedback*, p. 1-10, 2018.

CACIOPPO, J. T.; TASSINARY, L. G.; BERNTSON, G. **Handbook of psychophysiology.** Cambridge University Press, 2007.

CHARMANDARI, E.; TSIGOS, C. e CHROUSOS, G. **Endocrinology of the stress response.** *Annual Review of Physiology Vol. 67*: 259-284, 2005.

CHROUSOS, G. P. **Stress and disorders of the stress system.** *Nature Reviews Endocrinology* 5, 374-381. 2009

STERMAN, M. B.; CLEMENTE, C. D.; **Cortical synchronization and sleep patterns in acute restrained and chronic behaving cats induced by basal forebrain stimulation.** *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, p. Suppl 24: 172+, 1963.

COHEN, S.; KAMARCK, T.; MERMELSTEIN, R. **A global measure of perceived stress.** *Journal of health and social behavior*, p. 385-396, 1983.

COHEN, S.; JANICKI-DEVERTS, D.; MILLER, G. E. **Psychological stress and disease.** *Jama*, v. 298, n. 14, p. 1685-1687, 2007.

CONDE, E.; TEIXEIRA, F. S.; LACERDA, A. **Monitoramento do Tempo de Reação como estratégia de avaliação cognitiva e acompanhamento psicológico de judocas.** *Ciências & Cognição*, v. 19, n. 3, 2014.

COOPER, Steven J. **From Claude Bernard to Walter Cannon. Emergence of the concept of homeostasis.** *Appetite*, v. 51, n. 3, p. 419-427, 2008.

CORTEZ, C. M.; SILVA, D. **Implicações do estresse sobre a saúde e a doença mental.** *Arquivos Catarinenses de Medicina Vol. 36*, no 4, 2007.

CORTOOS, A.; VERSTRAETEN, E.; CLUYDTS, R. **Neurophysiological aspects of primary insomnia: implications for its treatment.** *Sleep medicine reviews*, v. 10, n. 4, p. 255-266, 2006.

CORTOOS, A.; DE VALCK, E.; ARNS, M.; BRETELER, M. H.; CLUYDTS, R. **An exploratory study on the effects of tele-neurofeedback and tele-biofeedback on objective and subjective sleep in patients with primary insomnia.** *Applied psychophysiology and biofeedback*, v. 35, n. 2, p. 125-134, 2010.

CZÉH, B.; PEREZ-CRUZ, C.; FUCHSA, E.; FLÜGGEA, G. **Chronic stress-induced cellular changes in the medial prefrontal cortex and their potential clinical implications: Does hemisphere location matter?** Behavioural Brain Research Volume 190, Issue 1, 26 June 2008,

DA SILVA, F. Lopes. **EEG and MEG: relevance to neuroscience.** Neuron, v. 80, n. 5, p. 1112-1128, 2013.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, v. 2, n. 4, p. 01-13, 2008.

DARWICH, R. A.; TOURINHO, E. Z. **Respostas emocionais à luz do modo causal de seleção por consequências.** Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva, v. 7, n. 1, p. 107-118, 2005.

DE JONG, R.; LIANG, Chia-Chin; LAUBER, E. **Conditional and unconditional automaticity: a dual-process model of effects of spatial stimulus-response correspondence.** Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, v. 20, n. 4, p. 731, 1994.

DE OLIVEIRA CHAMON, Edna Maria Querido. **Estresse e estratégias de enfrentamento: o uso da escala Toulousaine no Brasil.** Revista Psicologia: Organizações e Trabalho, v. 6, n. 2, p. 43-64, 2006.

DEDOVIC, K.; RENWICK, R.; MAHANI, N. K.; ENGERT, V.; LUPIEN, S. J.; PRUESSNER, J. C. **The Montreal Imaging Stress Task: using functional imaging to investigate the effects of perceiving and processing psychosocial stress in the human brain.** Journal of Psychiatry & Neuroscience. 30, 5, 319, Sept. 2005.

DEDOVIC, K.; DUCHESNE, A.; ANDREWS, J.; ENGERT, V.; PRUESSNER, J. C. **The brain and the stress axis: the neural correlates of cortisol regulation in response to stress.** Neuroimage, v. 47, n. 3, p. 864-871, 2009.

DELORME, Arnaud; MAKEIG, Scott. **EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis.** Journal of neuroscience methods, v. 134, n. 1, p. 9-21, 2004.

DIAS, Álvaro Machado. **Tendências do neurofeedback em psicologia: revisão sistemática.** Psicologia em Estudo, 2010.

DOPPELMAYR, M.; WEBER, E. **Effects of SMR and theta/beta neurofeedback on reaction times, spatial abilities, and creativity.** Journal of Neurotherapy, v. 15, n. 2, p. 115-129, 2011.

DUMAN, Ronald S. **Neural plasticity: consequences of stress and actions of antidepressant treatment.** Dialogues In Clinical Neuroscience., v. 6, p. 157-170, 2004.

EGNER, T.; GRUZELIER J. H. **Learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans.** *Neuroreport*,12:4155– 9, 2001.

EGNER, T.; GRUZELIER, J. H. **Ecological validity of neurofeedback: Modulation of slow wave EEG enhances musical performance.** *Neuroreport*, v. 14, n. 9, p. 1221-1224, 2003.

FARO, A.; PEREIRA, M. **Estresse: Revisão narrativa da evolução conceitual, perspectivas teóricas e metodológicas.** *Psicologia, saúde & doenças*, v. 14, n. 1, p. 78-100, 2013.

FIORAVANTI, A. C. M.; SANTOS, L. D. F.; MAISSONETTE, S.; CRUZ, A. P. D. M.; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. **Avaliação da estrutura fatorial da Escala de Ansiedade-Traço do IDATE.** *Avaliação Psicológica*, v. 5, n. 2, p. 217-224, 2006.

GAWRYSZEWSKI, L. D. G.; LAMEIRA, A. P.; FERREIRA, F. M.; GUIMARAES-SILVA, S.; CONDE, E. F. Q. e PEREIRA Jr. A. **A compatibilidade estímulo-resposta como modelo para o estudo do comportamento motor.** *Psicologia USP*, v. 17, n. 4, p. 103-121, 2006.

GERSTEN, A.; PERLE, J.; HEIMER, D.; RAZ, A.; FRIED, R. **Probing Brain Oxygenation Wave-forms with Near Infrared Spectroscopy (NIRS).** arXiv preprint arXiv:1612.08743, 2016.

GIGGINS, O. M.; PERSSON, U. McCarthy; CAULFIELD, B. **Biofeedback in rehabilitation.** *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, v. 10, n. 1, p. 60, 2013.

GOLDMAN, L. S.; GILMAN, A. **As bases farmacológicas da terapêutica** Rio de Janeiro. Editora McGraw-Hill, 2003.

GOMES, M. M. **Bases fisiológicas do eletroencefalograma.** *Revista Brasileira de Neurologia* v. 51, n. 1, 2015. Acesso em: 10 abr. 2015.

GRUZELIER, J.; EGNER, T. **Critical validation studies of neurofeedback.** *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, v. 14, n. 1, p. 83-104, 2005.

GRUZELIER, J.; EGNER, T.; VERNON, D. **Validating the efficacy of neurofeedback for optimising performance.** *Progress in brain research*, v. 159, p. 421-431, 2006.

GRUZELIER, John H. **Differential effects on mood of 12–15 (SMR) and 15–18 (beta1) Hz neurofeedback.** *International Journal of Psychophysiology*, v. 93, n. 1, p. 112-115, 2014.

GUNKELMAN, J. D.; JOHNSTONE, J. **Neurofeedback and the brain.** *Journal of Adult Development*, v. 12, n. 2, p. 93-98, 2005.

HAMMOND, D. Corydon. **Neurofeedback with anxiety and affective disorders.** *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*, v. 14, n. 1, p. 105-123, 2005.

HAMMOND, D. Corydon. **What is neurofeedback: An update.** *Journal of Neurotherapy*, v. 15, n. 4, p. 305-336, 2011.

HANSLMAYR, S.; SAUSENG, P.; DOPPELMAYR, M.; SCHABUS, M.; KLIMESCH, W. **Increasing Individual Upper Alpha Power by Neurofeedback Improves Cognitive Performance in Human Subjects.** Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2005.

HEINRICH, H.; GEVENSLEBEN, H.; STREHL, U. **Annotation: Neurofeedback—train your brain to train behaviour.** Journal of Child Psychology and Psychiatry, v. 48, n. 1, p. 3-16, 2007.

HERMAN, J. P.; McKLVEEN, J. M.; GHOSAL, S.; KOPP B.; WULSIN, A.; MAKINSON R.; SCHEIMANN J.; MYERS B. **Regulation of the hypothalamic-pituitary-adrenocortical stress response.** Comprehensive Physiology. 6:603–621, 2016.

HOMMEL, Bernhard. **The Simon effect as tool and heuristic.** Acta psychologica, v. 136, n. 2, p. 189-202, 2011.

HUANG, T. L.; CHARYTON, C. **A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment.** Altern Ther Health Med v. 14, n. 5, p. 38–50, 2008.

INTERNATIONAL STRESS MANAGEMENT ASSOCIATION – ISMA-BR. **Trabalho, Stress e Saúde: a resiliência como estímulo no trabalho – da teoria à ação.** Relatório, 2014

IRIARTE J.; ARTIEDA J. **Manual de neurofisiología clínica.** Ed. Médica Panamericana. 2013.

JASPER, Herbert H. **The ten twenty electrode system of the international federation.** Electroencephalography and clinical neurophysiology, v. 10, p. 371-375, 1958.

JONES, J. G.; HARDY, L. **The effects of anxiety upon psychomotor performance.** Journal of sports sciences, v. 6, n. 1, p. 59-67, 1988.

KAMIYA, Joe. **Operant control of the EEG alpha rhythm and some of its reported effects on consciousness.** Altered states of consciousness. Wiley, v. 1069, 1969.

KAMIYA, Joe. **The first communications about operant conditioning of the EEG.** Journal of Neurotherapy, v. 15, n. 1, p. 65-73, 2011.

KARAVIDAS, Maria. **Heart Rate Variability Biofeedback for Major Depression.** Biofeedback, v. 36, n. 1, 2008.

KAYIRAN, Sadi et al. **Neurofeedback intervention in fibromyalgia syndrome; a randomized, controlled, rater blind clinical trial.** Applied psychophysiology and biofeedback, v. 35, n. 4, p. 293-302, 2010.

KERN, S.; OAKES, T. R.; STONE, C. K.; MCAULIFF, E. M. **Glucose metabolic changes in the prefrontal cortex are associated with HPA axis response to a psychosocial stressor.** Psychoneuroendoc., 33, 517-529, 2008.

KERSON, C.; SHERMAN, R. A.; KOSLOWSKI, G. P. **Alpha Suppression and Symmetry Training for Generalized Anxiety Symptoms.** Journal of Neurotherapy, 13:146–155, 2009.

KIM, J.; LEE, H. J.; HAN, J. S.; PACKARD, M. G. **Amygdala is critical for stress-induced modulation of hippocampal long-term potentiation and learning.** *Journal of Neuroscience*, v. 21, n. 14, p. 5222-5228, 2001.

KNAPP, P.; BECK, A. T. **Fundamentos, Modelos Conceituais, Aplicações e Pesquisa da Terapia Cognitiva.** *Revista Brasileira de Psiquiatria*, vol. 30, supl. II, 2008.

KNUDSEN, Eric I. **Fundamental components of attention.** *Annu. Rev. Neurosci.*, v. 30, p. 57-78, 2007.

KROPOTOV, Juri D. **Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy.** Academic Press, 2010.

LAGOS, L.; BOTTIGLIERI, T.; VASCHILLO, B.; VASCHILLO, E. **Heart rate variability biofeedback for postconcussion syndrome: Implications for treatment.** *Biofeedback*, v. 40, n. 4, p. 150-153, 2012.

LANTYER, A. S.; VIANA, M. B.; PADOVANI, R. C. **Biofeedback in the treatment of stress and anxiety-related disorders: a critical review.** *Psico-USF*, v. 18, n. 1, p. 131-140, jan./abril 2013.

LARSEN, S.; SHERLIN, L. **Neurofeedback: an emerging technology for treating central nervous system dysregulation.** *Psychiatric Clinics of North America*, v. 36, n. 1, p. 163-168, 2013.

LECOMTE, G.; JUHEL, J. **The effects of neurofeedback training on memory performance in elderly subjects.** *Psychology*, v. 2, n. 08, p. 846, 2011.

LIGHTMAN, S. L. **The neuroendocrinology of stress: a never ending story.** *Journal of neuroendocrinology*, v. 20, n. 6, p. 880-884, 2008.

LIM, J.; WU, W. C.; WANG, J.; DETRE, J. A.; DINGES, D. F.; RAO, H. **Imaging brain fatigue from sustained mental workload: an ASL perfusion study of the time-on-task effect.** *Neuroimage*, v. 49, n. 4, p. 3426-3435, 2010.

LIPP, M. E. N., MALAGRIS, L. N. **Manejo de estresse.** Em B. Rangé (Ed.), *Psicoterapia comportamental e cognitiva* (pp. 279-292). Editorial Psy, 1998.

LIPP, M. E. N. **Mecanismos Neuropsicofisiológicos dos Stress: teoria e aplicações clínicas.** Casa do Psicólogo, 2003.

LIPP, M. E. N.; PEREIRA, M. B.; SADIR, M. A. **Crenças irracionais como fontes internas de stress emocional.** *Rev. bras.ter. cogn.*, v. 1, n. 1, p. 29-34, jun. 2005.

LISTON, C.; McEWEN, B. S.; CASEY, B. J. **Psychosocial stress reversibly disrupts prefrontal processing and attentional control.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 106, n. 3, p. 912-917, 2009.

LONDERO, I.; GOMES, J. S. **Neurofeedback hemoencefalográfico (HEG): possibilidades de aplicações no campo da saúde.** Ciências & Cognição, v. 19, n. 3, 2014.

LOPES, L.; SCALABRIN, E. E.; RIELLA, C. L.; MANFRE, P. **Aprendizagem de Máquina através de Combinação de Classificadores em Bases de Dados da Área da Saúde.** In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Informática em Saúde CBIS. 2008.

LUBAR, J. F.; SHOUSE, M. N. **EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR).** Biofeedback and Self-regulation, v. 1, n. 3, p. 293-306, 1976.

LUBAR, Joel F. **Discourse on the development of EEG diagnostics and biofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorders.** Biofeedback and Self-regulation, v. 16, n. 3, p. 201-225, 1991.

LUBAR, J. F. **Neurofeedback for the management of attention-deficit/hyperactivity disorders.** In M. S. Schwartz (Ed.), Biofeedback: A practitioner's guide (2nd ed., pp. 493–522). Guilford Press, 1995.

LUFT, C. D. B.; de OLIVEIRA SANCHES, S., MAZO, G. Z.; ANDRADE, A. **Versão brasileira da Escala de Estresse Percebido: tradução e validação para idosos.** Revista de Saúde Pública, v. 41, n. 4, p. 606-615, 2007.

LUPIEN, S. J., MCEWEN, B. S., GUNNAR, M. R. e HEIM, C. **Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition.** Nature Reviews Neuroscience, v. 10, n. 6, p. 434-445, 2009.

MACHADO-PINHEIRO, W.; VOLCHAN, E.; VILA, J.; DIAS, E.C.; ALFRADIQUE, I.; OLIVEIRA, L.; PEREIRA, M.G. e DAVID, I.P.A. **Role of attention and translation in conflict resolution: Implications for Stroop matching task interference.** Psychology & Neuroscience, v. 3, n. 2, p. 141, 2010.

MACKIE, Melissa-Ann; VAN DAM, N. T.; FAN, Jin. **Cognitive control and attentional functions.** Brain and cognition, v. 82, n. 3, p. 301-312, 2013.

MASTERPASQUA, F., HEALEY, K. N. **Neurofeedback in psychological practice.** Professional Psychology: Research and Practice, 34, 652–656, 2003.

McEWEN, Bruce S. **Physiology and Neurobiology of Stress and Adaptation: Central Role of the Brain.** Physiological Reviews Published Vol. 87 no. 3, 873-904, 2007.

McEWEN, B. S.; GIANAROS, P. J. **Stress-and allostasis-induced brain plasticity.** Annual review of medicine, v. 62, p. 431-445, 2011.

McKEE, M. G. **Biofeedback: an overview in the context of heart-brain medicine.** Cleveland Clinic Journal of Medicine, v. 75, p. S31, 2008.

MILROY, T. H. **Fatigue studied in reaction time experiments.** Experimental Physiology, v. 2, n. 3, p. 277-282, 1909.

MONASTRA, V. J.; LYNN, S.; LINDEN, M.; LUBAR, J. F.; GRUZELIER, J.; La VAQUE, T. J. **Electroencephalographic Biofeedback in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder.** *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, v. 30, n. 2, 2005.

MOORE, Norman C. **A Review of EEG Biofeedback Treatment of Anxiety Disorders.** *Clinical Electroencephalography* VOL. 31 NO. 1, 2000.

MONROE, S. M. **Modern approaches to conceptualizing and measuring human life stress.** *Annu. Rev. Clin. Psychol.*, v. 4, p. 33-52, 2008.

MYERS, J. E.; YOUNG, J. S. **Brain Wave Biofeedback: Benefits of Integrating Neurofeedback in Counseling.** *Journal of Counseling & Development*, v90 n1 p20-28, 2012.

NINAUS, M.; KOBER, S. E.; WITTE, M.; KOSCHUTNIG, K.; STANGL, M.; NEUPER, C.; WOOD, G. **Neural substrates of cognitive control under the belief of getting neurofeedback training.** *Frontiers in human neuroscience*, v. 7, 2013.

NIV, Sharon. **Clinical efficacy and potential mechanisms of neurofeedback.** *Personality and Individual Differences* 54 676–686, 2013.

OLDFIELD, R. C. **The assessment and analysis of handedness: the Edimburg inventory.** *Neuropsychologia*, v. 9, p. 97-113, 1971.

PAVÃO, Rodrigo. **Aprendizagem e memória.** *Revista da Biologia*, 2008.

PASQUALI, L.; PINELLI J.; B.; SOLHA, A. C. **Contribuição à validade e normatização da escala de ansiedade traço-estado do IDATE.** *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 10, 411-420, 1994.

PEPER, E.; HARVEY, R.; TAKABAYASHI, N.; HUGHES, P. **How to do clinical biofeedback in psychosomatic medicine: An illustrative brief therapy example for self-regulation.** *Japanese Journal of Biofeedback Research*, v. 36, n. 2, p. 109-126, 2009.

PEPER, E.; SHUMAY, D. M.; MOSS, D. **Change illness beliefs with biofeedback and somatic feedback.** *Biofeedback*, v. 40, n. 4, p. 154-159, 2012.

PENISTON, E. G.; KULKOSKY, P. J. **Alpha-theta brainwave neurofeedback for Vietnam veterans with combat-related post-traumatic stress disorder.** *Medical Psychotherapy*, v. 4, n. 1, p. 47-60, 1991.

PRICE, J.; BUDZYNSKI, T. **Anxiety, EEG patterns, and neurofeedback.** In *Introduction to quantitative EEG and neurofeedback: Advanced theory and applications*, p. 453-470, NY : Academic Press, 2009.

PUTMAN, P.; VERKUIL, B.; ARIAS-GARCIA, E.; PANTAZI, I.; VAN SCHIE, C. **EEG theta/beta ratio as a potential biomarker for attentional control and resilience against deleterious effects of stress on attention.** *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, v. 14, n. 2, p. 782-791, 2014.

RAYMOND, J.; SAJID, I.; PARKINSON, L. A.; GRUZELIER, J. H. **Biofeedback and dance performance: A preliminary investigation.** *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, v. 30, n. 1, p. 65-73, 2005.

ROS, T.; MOSELEY, M. J., BLOOM, P. A.; BENJAMIN, L.; PARKINSON, L. A.; e GRUZELIER, J. H. **Optimizing microsurgical skills with EEG neurofeedback.** *BMC neuroscience*, v. 10, n. 1, p. 87, 2009.

ROS, T.; THÉBERGE, J.; FREWEN, P. A.; KLUETSCH, R.; DENSMORE, M.; CALHOUN, V. D. e LANIUS, R. A. **Mind over chatter: plastic up-regulation of the fMRI salience network directly after EEG neurofeedback.** *Neuroimage*, v. 65, p. 324-335, 2013.

ROS, T.; MUNNEKE, M. A. M.; PARKINSON, L. A.; GRUZELIER, J. H. **Neurofeedback facilitation of implicit motor learning.** *Biological psychology*, v. 95, p. 54-58, 2014.

ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. **Aspectos atuais sobre exercício físico, fadiga e nutrição.** *Rev Paul Educ Fís*, v. 13, n. 1, p. 67-82, 1999.

SALLES, L. F.; SILVA, M. J. P. D. **A identificação da ansiedade por meio da análise da íris: uma possibilidade.** *Revista Gaúcha de Enfermagem*, v. 33, n. 1, p. 26-31, 2012.

SANEI, S.; CHAMBERS, J. A. **EEG signal processing.** Chapter 1, 1st edn, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, 2007.

SÄNGER, J.; BECHTOLD, L.; SCHOOF, D.; BLASZKEWICZ, M.; WASCHER, E. **The influence of acute stress on attention mechanisms and its electrophysiological correlates.** *Frontiers in behavioral neuroscience*, v. 8, p. 353, 2014.

SARDÀ, Alejandro Riera. **Computational Intelligence Techniques for Electro-Physiological.** Data Analysis. Starlab Barcelona ST. Universitat de Barcelona, 2012.

SELYE, Hans. **A syndrome produced by diverse nocuous agents.** *Nature*, v. 138, n. 3479, p. 32, 1936.

SHERLIN, L.; MUENCH, F.; WYCKOFF, S. **Respiratory Sinus Arrhythmia Feedback in a Stressed Population Exposed to a Brief Stressor Demonstrated by Quantitative EEG and sLORETA.** *Appl Psychophysiol Biofeedback* 35: 219, 2010.

SHERLIN, L.; ARNS, M.; LUBAR, J.; SOKHADZE, E. **A position paper on neurofeedback for the treatment of ADHD.** *Journal of Neurotherapy*, v. 14, n. 2, p. 66-78, 2010.

SITARAM, Ranganatha et al. **Closed-loop brain training: the science of neurofeedback.** *Nature Reviews Neuroscience*, 2016.

SIJULY, S.; LI, Y.; ZHANG, Y. **EEG Signal Analysis and Classification.** Springer International Publishing, 2016.

SOUTSCHEK, A.; MÜLLER, H. J.; SCHUBERT, T. **Conflict-Specific Effects of Accessory Stimuli on Cognitive Control in the Stroop Task and the Simon Task.** *Experimental Psychology*, v. 60, n. 2, p. 140-147, 2013.

SPIELBERGER, Charles Donald; GORSUCH, Richard L.; LUSHENE, Robert E. **Manual for the state-trait anxiety inventory.** 1970.

STERMAN, M. B.; FRIAR, L. **Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training.** *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, v. 33, n. 1, p. 89-95, 1972.

STERMAN, M. B.; EGNER T. **Foundation and practice of neurofeedback for the treatment of epilepsy.** *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. v. 31, n.1, p. 21–35, 2006.

STOKES, D. A.; LAPPIN, M. S. **Neurofeedback and biofeedback with 37 migraineurs: a clinical outcome study.** *Behavioral and Brain Functions*, v. 6, n. 1, p. 9, 2010.

TEIXEIRA, L. A.; PAROLI, R. **Assimetrias laterais em ações motoras: preferência versus desempenho.** *Motriz*, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2000.

TEIXEIRA, Mônica. **"Placebo, um mal-estar para a medicina: notícias recentes."** *Revista Latinoamericana de Psicopatologia Fundamental* 11.4, 2008.

TEPLAN, Michal. **Fundamentals of EEG measurement.** *Measurement science review*, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2002.

UMILTÁ, C.; NICOLETTI, R. **Spatial stimulus-response compatibility.** *Advances in psychology*, v. 65, p. 89-116, 1990.

VAN GEMMERT, A. WA; VAN GALEN, G. P. **Stress, neuromotor noise, and human performance: A theoretical perspective.** *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, v. 23, n. 5, p. 1299, 1997.

VASQUEZ, M.; MARIEN, G.; EVELIO, G.; ALIÑO. M.; SALVADOR, A. **Effects of assisted training with neurofeedback on EEG measures, executive function and mood in a healthy sample.** *Anales de Psicología*, 31(1), 317-323, 2015.

VERNON, D.; EGNER, T.; COOPER, N.; COMPTON, T.; NEILANDS, C.; SHERI, A.; GRUZELIER, J. **The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance.** *International journal of psychophysiology*, v. 47, n. 1, p. 75-85, 2003.

WALKER, Jonathan E. **Using QEEG-guided neurofeedback for epilepsy versus standardized protocols: enhanced effectiveness?** *Applied psychophysiology and biofeedback*, v. 35, n. 1, p. 29-30, 2010.

WALKER, Jonathan E.; KOZLOWSKI, Gerald P. **Neurofeedback treatment of epilepsy.** *Child and adolescent psychiatric clinics of North America*, v. 14, n. 1, p. 163-176, 2005.

WINKLER, I.; BRANDL, S.; HORN, F.; WALDBURGER, E.; ALLEFELD, C.; TANGERMANN, M. **Robust artifactual independent component classification for BCI practitioners**. *Journal of neural engineering*, v. 11, n. 3, p. 035013, 2014.

WOODRUFF, C.; DAUT, R.; BROWER, M.; BRAGG, A. **Electroencephalographic α -band and β -band correlates of perspective-taking and personal distress**. *Neuroreport*, v. 22, n. 15, p. 744-748, 2011.

YANG, Albert C.; HONG, Chen-Jee; TSAI, Shih-Jen. **Heart rate variability in psychiatric disorders**. *Taiwanese Journal of Psychiatry (Taipei)*, v. 24, n. 2, p. 99-109, 2010.

YOO, J. **Multidimensional anxiety responses and cue-utilization processing in a dual-motor task situation**. *International Journal of Sport Psychology*, v. 27, n. 4, p. 425-438, 1996.

ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS – CFCH

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA – CURSO DE MESTRADO

Convidamos e solicitamos a sua autorização para participar, como voluntário (ou responsável)

o(a)

Sr(a): _____

da pesquisa **Efeitos da intervenção com Neurofeedback na percepção do estresse e nas funções atencionais**, que está sob a responsabilidade do pesquisador **Ruy Wanderley Neto**. Esta pesquisa está vinculada ao Programa de Pós- Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Pernambuco e ao Laboratório de Neurociência Cognitiva (LNeC - UFPE) localizado no Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH) à Av. da Arquitetura, s/n, 9º andar, CEP: 50740-550, na cidade de Recife, Pernambuco. E-mail para contato do pesquisador responsável: ruywk@yahoo.com.br. Esta pesquisa está sob a orientação do Professor Dr. Erick Francisco Quintas Conde, e-mail: psicoerick@yahoo.com.br. Telefone para contato: (81) 9 9968.9095.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Esta pesquisa tem como objetivo estudar os efeitos do Neurofeedback em quadros de estresse e processos atencionais, propondo a redução do estresse e melhoria no desempenho da atenção. Neurofeedback é uma técnica de auto regulação psíquica e neurofisiológica em que o indivíduo interage com seu padrão neuronal aprendendo a controlar sua própria atividade cerebral, através de uma interface lúdica com um computador (mídia audiovisual). Assim, o participante pode produzir efeitos sobre os processos fisiológicos, estados cognitivos, emocionais e comportamentos. Dois grupos com 15 voluntários cada serão formados, sendo um grupo a receber o treinamento com Neurofeedback, o outro grupo será o de amostra controle. Ambos os grupos responderão à Escala de Estresse Percebido (PSS), ao Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE), a um questionário biopsicossocial e ao Inventário de Oldfield (as respostas desses instrumentos terão duração aproximada de 30 minutos). Além disso, todos os participantes também realizarão dois testes cognitivos: o Teste de Simon (aproximadamente 25 minutos) e o Teste de Stroop (aproximadamente 25 minutos), que são testes do tipo compatibilidade estímulo resposta, onde se analisa o tempo de resposta manual e erros cometidos nas tarefas, possibilitando analisar possíveis variações no processamento atencional. Será feito também uma análise do registro do EEG. Os testes e as escalas serão aplicados antes e após o programa de treinamento do Neurofeedback. **Vale ressaltar que estes procedimentos não são invasivos e são indolores.** O treinamento consistirá de 12 sessões, duas vezes por semana, com duração de 25 minutos cada, tendo ainda aproximadamente 15 minutos antes para a preparação dos equipamentos (computador, amplificador, touca de eletrodos, programa e outros). Serão considerados aptos os voluntários cujos indicativos na PSS e no IDATE evidenciem quadro de estresse, e como critério de exclusão os indivíduos que apresentem algum tipo de distúrbio neurológico ou psiquiátrico auto informado, ou os que façam uso de medicamentos e substâncias psicotrópicas, adictos, ou ainda aqueles que estejam em tratamento psicológico observados na triagem.

Riscos e desconfortos para o voluntário: A pesquisa não oferece riscos prévios à integridade física dos participantes. Os equipamentos neurofisiológicos e os procedimentos empregados no experimento são não invasivos, indolores, não necessitam de administração de nenhum medicamento e não causam nenhum tipo de prejuízo material ou psicológico, contudo, podem provocar algum cansaço. Para evitar essa situação poderão ser

concedidas breves pausas entre os procedimentos. Também será disponibilizado suporte psicológico por profissional da equipe de pesquisa ao participante que apresentar demanda emocional.

BENEFÍCIOS diretos e indiretos para os voluntários: os resultados dos procedimentos poderão auxiliar o curso da evolução do estado de estresse, assim como dos mecanismos atencionais, favorecendo com medidas para evitar agravos e potencializar os recursos da saúde dos participantes. Também poderá ampliar as habilidades dos sujeitos, e àqueles que constituem a sua dinâmica de vida, contribuindo para uma melhor qualidade de vida em situações de estresse, como também se espera contribuir para melhoria das capacidades humanas atencionais. Como benefícios indiretos, inferimos que a presente pesquisa, ao tratar de fenômeno atual e de impacto significativo na saúde e desempenho humanos, objeto de estudos de muitos pesquisadores internacionais, amplia o espaço para desenvolvimento de conhecimentos científicos desta área, ainda pouco estudada no Brasil.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (respostas das escalas, inventários, questionários, assim como dos testes, análises e registros descritos), ficarão armazenados em pastas de arquivo pessoal do pesquisador, do orientador e no computador do LNeC sob a responsabilidade da coordenadora Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira, no endereço: Av. da Arquitetura, s/n, 9º andar, CEP: 50740-550, na cidade de Recife, Pernambuco, no endereço pelo período de no mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade para a sua participação, as despesas limitadas a transporte e alimentação serão assumidas pelo pesquisador.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br

Ruy Wanderley Neto
Pesquisador responsável

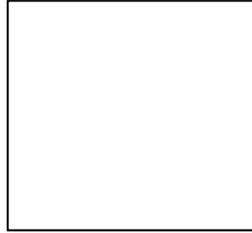
CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO OU RESPONSÁVEL

Eu,

CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo (ou permitir o sujeito sob sua responsabilidade) **Neurofeedback na percepção do estresse e nas funções atencionais**, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento).

Local e data _____

(assinatura do participante)



Impressão digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____

Assinatura: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

ANEXO B - Termo de Confidencialidade**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE**

Título do projeto: Efeitos da intervenção com Neurofeedback na percepção do estresse e nas funções atencionais.

Pesquisador responsável: Ruy Wanderley Neto

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: UFPE/Departamento de Psicologia

Telefone para contato: (81) 99968-9095

E-mail: ruywk@yahoo.com.br

O pesquisador do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados (registros eletroencefalográficos e medidas psicométricas) serão estudados;
- Assegurar que as informações biológicas serão utilizadas, única e exclusivamente, para a execução do projeto em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificar o voluntário da pesquisa.

O pesquisador declara que os dados coletados nesta pesquisa (questionários preenchidos, inventários assinalados, medidas dos instrumentos cognitivos e dados eletroencefalográficos), ficarão armazenados em porta-arquivos no Laboratório de Neurociência Cognitiva (LNeC) localizado no Departamento de Psicologia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFCH), 9º andar, Av. Prof. Moraes Rego s/n, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50670-901. Tel.: (81) 2126 – 8270, sob sua responsabilidade, pelo período mínimo de 05 anos.

O Pesquisador declara, ainda, que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal de Pernambuco – CEP/CCS/UFPE.

Recife, ____ de _____ de 20____

Ruy Wanderley Neto
Pesquisador Responsável

ANEXO C - Escala de Percepção de Estresse (PSS)

Nesta escala fazemos perguntas acerca dos seus sentimentos e pensamentos que ocorreram no último mês. Em cada uma pedimos para indicar **com que frequência** você se sentiu ou pensou de determinada maneira. Embora algumas das questões sejam parecidas, há diferenças entre elas e deverá responder a cada uma como uma questão diferente. A melhor maneira de o fazer é responder a cada questão rapidamente. Ou seja, não se preocupe em lembrar do número de vezes que se sentiu de determinada maneira. Em vez disso assinale a alternativa que lhe pareça uma estimativa razoável.

As alternativas que pode escolher são:

Nunca; Quase Nunca; Algumas vezes; Com muita frequência; e Muitas Vezes

	Nunca	Quase nunca	Algumas vezes	Com muita frequência	Muitas vezes
1. No último mês com que frequência se sentiu aborrecido com algo que ocorreu inesperadamente?	A	B	C	D	E
2. No último mês com que frequência se sentiu que era incapaz de controlar as coisas que são importantes na sua vida?	A	B	C	D	E
3. No último mês com que frequência se sentiu nervoso ou “estressado”?	A	B	C	D	E
4. No último mês com que frequência enfrentou com sucesso coisas aborrecidas e chatas?	A	B	C	D	E
5. No último mês com que frequência sentiu que estava a enfrentar com eficiência mudanças importantes que estavam a ocorrer na sua vida?	A	B	C	D	E
6. No último mês com que frequência se sentiu confiante na sua capacidade para lidar com os seus problemas pessoais?	A	B	C	D	E
7. No último mês com que frequência sentiu que as coisas estavam a correr como queria?	A	B	C	D	E
8. No último mês com que frequência reparou que não conseguia fazer todas as coisas que tinha que fazer? *	A	B	C	D	E
9. No último mês com que frequência se sentiu capaz de controlar as suas irritações?	A	B	C	D	E
10. No último mês com que frequência sentiu que as coisas lhe estavam a correr pelo melhor?	A	B	C	D	E
11. No último mês com que frequência se sentiu irritado com coisas que aconteceram e que estavam fora do seu controle?	A	B	C	D	E
12. No último mês com que frequência foi capaz de controlar o seu tempo?	A	B	C	D	E
13. No último mês com que frequência sentiu que as dificuldades se acumulavam ao ponto de não ser capaz de as ultrapassar?	A	B	C	D	E

ANEXO D - Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE)

INVENTÁRIO DE ANSIEDADE TRAÇO-ESTADO – IDATE

1ª Parte – Dados de identificação

Sexo: () Masculino () Feminino Idade: _____

Questionário de autoavaliação para traço de ansiedade

Por favor, leia cada um dos itens abaixo e assinale o número que melhor indica como você geralmente se sente.

Não gaste muito tempo em um único item.

Quase nunca – 1	Às vezes – 2	Frequentemente – 3	Quase sempre – 4
1. Sinto-me bem			1 2 3 4
2. Canso-me com facilidade			1 2 3 4
3. Tenho vontade de chorar			1 2 3 4
4. Gostaria de ser tão feliz como os outros parecem ser			1 2 3 4
5. Perco oportunidades porque não consigo tomar decisões rapidamente			1 2 3 4
6. Sinto-me descansado(a)			1 2 3 4
7. Sou calmo(a), ponderado(a) e senhor(a) de mim mesmo(a)			1 2 3 4
8. Sinto que as dificuldades estão se acumulando de tal forma que não consigo resolvê-las			1 2 3 4
9. Preocupo-me demais com coisas sem importância			1 2 3 4
10. Sou feliz			1 2 3 4
11. Deixo-me afetar muito pelas coisas			1 2 3 4
12. Não tenho confiança em mim mesmo(a)			1 2 3 4
13. Sinto-me seguro(a)			1 2 3 4
14. Evito ter que enfrentar crises ou problemas			1 2 3 4
15. Sinto-me deprimido(a)			1 2 3 4
16. Estou satisfeito(a)			1 2 3 4
17. Ideias sem importância me entram na cabeça e ficam me pressionando			1 2 3 4
18. Levo os desapontamentos tão a sério que não consigo tirá-los da cabeça			1 2 3 4
19. Sou uma pessoa estável			1 2 3 4
20. Fico tenso(a) e perturbado(a) ao pensar em meus problemas do momento			1 2 3 4

2ª Parte – Questionário de autoavaliação para estado de ansiedade

Por favor, leia cada um dos itens abaixo e assinale o número que melhor indica como você se sente.

Não gaste muito tempo em um único item.

Absolutamente não – 1	Um pouco – 2	Bastante – 3	Muitíssimo – 4
1. Sinto-me calmo(a)			1 2 3 4
2. Sinto-me seguro(a)			1 2 3 4
3. Estou tenso(a)			1 2 3 4
4. Estou arrependido(a)			1 2 3 4
5. Sinto-me a vontade			1 2 3 4
6. Sinto-me perturbado(a)			1 2 3 4
7. Estou preocupado(a) com possíveis infortúnios			1 2 3 4
8. Sinto-me descansado(a)			1 2 3 4
9. Sinto-me ansioso(a)			1 2 3 4
10. Sinto-me em casa			1 2 3 4
11. Sinto-me confiante			1 2 3 4
12. Sinto-me nervoso(a)			1 2 3 4
13. Estou agitado(a)			1 2 3 4
14. Sinto-me uma “pilha de nervos”			1 2 3 4
15. Estou descontraído(a)			1 2 3 4
16. Sinto-me satisfeito(a)			1 2 3 4
17. Estou preocupado(a)			1 2 3 4
18. Sinto-me superexcitado(a) e confuso(a)			1 2 3 4
19. Sinto-me alegre			1 2 3 4
20. Sinto-me bem			1 2 3 4

ANEXO E - Questionário Biopsicossocial

DADOS PESSOAIS

Nome: _____

Gênero: () Masculino () Feminino () Outro: _____

Idade: _____ Telefone fixo: _____ Celular: _____

Profissão: _____ E-mail: _____

Endereço: _____

Escolaridade:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Ensino Médio Completo | <input type="checkbox"/> Ensino Superior em andamento |
| <input type="checkbox"/> Ensino Superior Concluído | <input type="checkbox"/> Pós-Graduação em andamento |
| <input type="checkbox"/> Pós-Graduação concluída | |

Qual seu estado civil?

- Solteiro(a) Casado(a) Separado(a) / divorciado(a) / desquitado(a)
 União estável Viúvo(a)

Onde você mora atualmente?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Em casa ou apartamento próprio | <input type="checkbox"/> Em casa ou apartamento alugado |
| <input type="checkbox"/> Em cômodo alugado | <input type="checkbox"/> Em casa/apto cedido |
| <input type="checkbox"/> Em casa/apto de amigos | <input type="checkbox"/> Em habitação coletiva: hotel, hospedaria, quartel, pensionato, república, etc. |
| <input type="checkbox"/> Outros _____ | |

Quem mora com você?

- Sozinha(o) Pai Mãe Irmã(o)(s) Outros parentes
 Filha(o)(s) Esposa(o)/Companheira(o)
 Amigos/colegas Outros _____

Quantas pessoas moram em sua casa? (incluindo você)

- Duas pessoas Três pessoas Quatro pessoas Cinco pessoas
 Seis pessoas Mais de 6 pessoas Moro sozinho

Qual é a sua participação na vida econômica de sua família?

- Você não trabalha e seus gastos são custeados
 Você trabalha, mas não é independente financeiramente
 Você trabalha e é independente financeiramente
 Você trabalha e é responsável pelo sustento da família

Você desenvolve alguma atividade remunerada?

- Sim Não

Qual o vínculo?

- Estágio Emprego fixo particular Emprego autônomo
 Emprego fixo federal/estadual/municipal

Qual sua renda mensal individual?

- Nenhuma Menos de R\$ 750,00 entre R\$ 750,00 e R\$ 1.500,00
 entre R\$ 1.500,00 e R\$ 3.000,00 entre R\$ 3.000,00 e R\$ 4.500,00
 entre R\$ 4.500,00 e R\$ 6.000,00 entre R\$ 6.000,00 e R\$ 7.500,00
 entre R\$ 7.500,00 e R\$ 9.000,00

INFORMAÇÕES FAMILIARES

Quem é a pessoa que mais contribui na renda familiar?

- Você mesmo Cônjuge /Companheiro(a) Pai Mãe
 Outra pessoa. Qual? _____

Qual a renda mensal de sua família?

(considere a renda de todos os integrantes da família, inclusive você).

- Nenhuma Menos de R\$ 750,00 entre R\$ 750,00 e R\$ 1.500,00
 entre R\$ 1.500,00 e R\$ 3.000,00 entre R\$ 3.000,00 e R\$ 4.500,00
 entre R\$ 4.500,00 e R\$ 6.000,00 entre R\$ 6.000,00 e R\$ 7.500,00
 entre R\$ 7.500,00 e R\$ 9.000,00

Quantidade de pessoas que vivem da renda mensal familiar (incluindo você).

- Uma Duas Três Quatro Cinco ou mais

HISTÓRICO DE SAÚDE

Você tem ou teve alguma dessas patologias diagnosticadas por um profissional de saúde?

- Depressão Ansiedade generalizada Pânico
 Alguma Fobia? Qual? _____
 Transtorno de humor bipolar
 Transtorno obsessivo compulsivo
 Outros transtornos? Qual? _____

Você faz uso contínuo de medicamentos, entorpecentes e/ou outras drogas?

- Não
 Sim - Qual? _____

Você é destro, canhoto ou ambidestro?

- Destro Canhoto Ambidestro

Você apresenta alguma alteração oftalmológica?

- Miopia Hipermetropia Astigmatismo Estrabismo
 Outra alteração? Qual? _____

Você usa lentes de contato ou óculos para correção?

- Sim Não

ANEXO F - Questionário de Dominância Lateral de Edimburgo (Inventário de Oldfield)

TESTE DE OLDFIELD – Dominância manual

Nome: _____ Idade: _____ anos.

Data de Nascimento: ____/____/____. Curso: _____

Período: _____ Telefone: _____

e-mail: _____

Perguntas:

- 1) Você já teve alguma tendência a ser canhoto? () Sim () Não
- 2) Existe alguém canhoto na família? () sim () Não. Quem? _____

Indicar a preferência manual nas seguintes atividades assinalando + na coluna apropriada. Quando a preferência for tão forte de modo a não ser capaz de usar a outra mão assinale ++. Se não existir preferência assinale + nas duas colunas.

DOMINÂNCIA

ATIVIDADE:	Direita	Esquerda
1) Escrever		
2) Desenhar		
3) Jogar uma pedra		
4) Usar uma tesoura		
5) Usar um pente		
6) Usar escova de dente		
7) Usar uma faca (sem uso do garfo)		
8) Usar uma colher		
9) Usar um martelo		
10) Usar uma chave de fenda		
11) Usar uma raquete de tênis (frescobol)		
12) Usar uma faca (com garfo)		
13) Usar uma vassoura (Ver mão superior)		
14) Usar um alicata (ver mão superior)		
15) Acender um fósforo		
16) Abrir um vidro com tampa (mão da tampa)		
17) Dar cartas		
18) Enfiar a linha na agulha (mão que segura ou que se move)		
19) Com que pé você prefere chutar?		

TOTAL: _____

Acuidade Visual Olho direito _____%

Olho esquerdo _____%

Data do preenchimento: ___/___/___ Realizado por: _____

Testes Realizados (ou em andamento): _____