

UNIVERSIDADE METODISTA DE SÃO PAULO

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA SAÚDE

Mestrado em Psicologia da Saúde

MIRNA DELPOSO LOZANO

**O EFEITO DO CONTROLE RESPIRATÓRIO EM VARIÁVEIS
ELETROFISIOLÓGICAS DA ATENÇÃO**

São Bernardo do Campo

2016

MIRNA DELPOSO LOZANO

**O EFEITO DO CONTROLE RESPIRATÓRIO EM VARIÁVEIS
ELETROFISIOLÓGICAS DA ATENÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação, Mestrado em Psicologia da Saúde da Universidade Metodista de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção de título de Mestre em Psicologia da Saúde.

Linha de Pesquisa: Prevenção e Tratamento

Orientador: Prof. Dr. Luis Fernando Hindi Basile


São Bernardo do Campo

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

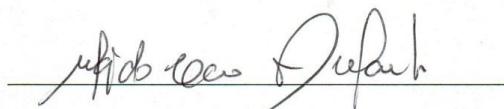
L959e	<p>Lozano, Mirna Delposo</p> <p>O efeito do controle respiratório em variáveis eletrofisiológicas da atenção / Mirna Delposo Lozano. 2016. 47 f.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Psicologia da Saúde) –Escola de Ciência Médicas e da Saúde da Universidade Metodista de São Paulo, São Bernardo do Campo, 2016. Orientação de: Luis Fernando Hindi Basile.</p> <p>1. Eletroencefalografia 2. Yoga 3. Bem-estar psicológico 4. Atenção 5. Respiração I. Título</p> <p>CDD 157.9</p>
-------	---

A dissertação de mestrado sob o título “O efeito do controle respiratório em variáveis eletrofisiológicas da atenção”, elaborada por Mirna Delposo Lozano foi apresentada e aprovada em 7 de março de 2016, perante banca examinadora composta por Profº Dr. Luis Fernando Hindi Basile (Presidente/UMESP), Profº Dr. Manuel Morgado Rezende(UMESP) e Profª Dra. Milkes Yone Alvarenga (Titular/USJT).



Prof. Dr. Luis Fernando Hindi Basile

Orientador e Presidente da Banca Examinadora



Profa. Dra. Maria do Carmo Fernandes Martins

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Saúde

Aos meus pais, Noemia e Miguel que me deram asas para voar e raízes para voltar, a meu filho, Guilherme que nutre minha esperança e mantém meus pés no chão e a meu companheiro Gabriel Lopez, por ter acompanhado cada segundo desta jornada, colaborando de todas as formas e com todo empenho que somente um amor dedicado permite.

Agradecimentos

Aos engenheiros e queridos amigos Ricardo Brum Camolez, Rodrigo Brum Camolez, Arnaldo Kanashiro e Filipe Miranda por dedicarem a mim tempo precioso de suas vidas com suas contribuições.

À Profa. Dra. Maria Geralda Heleno, pela oportunidade de realização desse trabalho.

À Elisângela Aparecida de Castro Souza, por fazer muito além de suas atribuições, trazendo soluções para todos aqueles problemas enfrentados por um aluno de pós-graduação, com uma palavra de confiança, e torcendo sempre pelo meu sucesso.

À Profa. Dra. Milkes Yone Alvarenga por suas pontuações claras e precisas e, principalmente por me manter motivada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luis Fernando Hindi Basile, por sua paciência, experiência e por compartilhar seu conhecimento, fundamentais para a realização desse trabalho e também para meu crescimento pessoal.

Aos queridos voluntários, sem os quais teria sido impossível a realização deste trabalho.

Resumo

A prática do ioga tem se tornado cada vez mais popular, não apenas pelos benefícios físicos, mas principalmente pelo bem-estar psicológico trazido pela sua prática. Um dos componentes do ioga é o *Prānāyama*, ou controle da respiração. A atenção e a respiração são dois mecanismos fisiológicos e involuntários requeridos para a execução do *Prānāyama*. O principal objetivo desse estudo foi verificar se variáveis contínuas do EEG (potência de diferentes faixas que o compõem) seriam moduladas pelo controle respiratório, comparando-se separadamente as duas fases do ciclo respiratório (inspiração e expiração), na situação de respiração espontânea e controlada. Fizeram parte do estudo 19 sujeitos (7 homens/12 mulheres, idade média de 36,89 e DP = ± 14,46) que foram convidados a participar da pesquisa nas dependências da Faculdade de Saúde da Universidade Metodista de São Paulo. Para o registro do eletroencefalograma foi utilizado um sistema de posicionamento de cinco eletrodos Ag AgCl (FPz, Fz, Cz, Pz e Oz) fixados a uma touca de posicionamento rápido (Quick-Cap, Neuromedical Supplies®), em sistema 10-20. Foram obtidos valores de máxima amplitude de potência (espectro de potência no domínio da frequência) nas frequências teta, alfa e beta e delta e calculada a razão teta/beta nas diferentes fases do ciclo respiratório (inspiração e expiração), separadamente, nas condições de respiração espontânea e de controle respiratório. Para o registro do ciclo respiratório, foi utilizada uma cinta de esforço respiratório M01 (Pletismógrafo). Os resultados mostram diferenças significativas entre as condições de respiração espontânea e de controle com valores das médias da razão teta/beta menores na respiração controlada do que na respiração espontânea e valores de média da potência alfa sempre maiores no controle respiratório. Diferenças significativas foram encontradas na comparação entre inspiração e expiração da respiração controlada com diminuição dos valores das médias da razão teta/beta na inspiração e aumento nos valores das médias da potência alfa, sobretudo na expiração. Os achados deste estudo trazem evidências de que o controle respiratório modula variáveis eletrofisiológicas relativas à atenção refletindo um estado de alerta, porém mais relaxado do que na situação de respiração espontânea.

Palavras-chave: Eletroencefalografia, inspiração, expiração, atenção.

Abstract

The practice of yoga has become more popular increasingly not only for the physical benefits, but mostly for the psychological well-being brought by its practice. One of the components of yoga is *Prānāyama*, or breath control. Attention and breathing are two physiological and involuntary mechanisms required for the implementation of *Prānāyama*. The aim of this study was to determine whether continuous variables of EEG (power of different groups that compose it) would be modulated by the respiratory control, comparing both phases, inspiration and expiration, separately. The participants were 19 subjects (7 men/12 women, mean age 36.89, SD = ± 14.46), who were invited to participate in the research at the Faculdade de Saúde da Universidade Metodista de São Paulo. For the record of the EEG a positioning system of five electrodes Ag AgCl (Fpz, Fz, Cz, Pz and Oz) was used, fixed to a fast positioning cap (Quick-Cap, Neuromedical Supplies®) in 10-20 system. Maximum range of power values were obtained (power spectrum in the frequency domain) in theta frequencies, alpha, beta and delta and theta/beta ratio was calculated in the different phases of the respiratory cycle (inspiration and expiration), separately, in spontaneous breathing conditions and respiratory control. For the record of the respiratory cycle, a respiratory effort belt M01 (plethysmograph) was used. The results show significant differences between the conditions of spontaneous and controlled breathing with higher mean values of theta/beta ratio in the inspiration of spontaneous breathing than in controlled breathing, and mean values of alpha power higher in controlled breathing. Significant differences were found in the comparison between inspiration and expiration of controlled breathing with decreased values of the mean of theta/beta ratio in inspiration and an increase in mean values of alpha power in expiration. The findings of this study provide evidence that the respiratory control modulates electrophysiological variables related to attention, reflecting an alert status, but more relaxed compared to the spontaneous breathing situation.

Keywords: Electroencephalography, inspiration, expiration, attention.

Lista de figuras

Figura 1	Esquema do controle neural da respiração	17
Figura 2	Exemplo de ritmos característicos do EEG associados a vários estados de um indivíduo normal: da excitação ao sono profundo, contendo ondas alfa, beta, delta e teta.	19
Figura 3	Trecho de EEG (a) submetido à análise global do campo (GFP) (b) gráfico gerado com a FFT	21
Figura 4	Eletrodos posicionados no sistema 10-20	27
Figura 5	Nome e marca do produto utilizado para melhorar a condutividade das atividades elétricas cerebrais	27
Figura 6	Plestimógrafo M01 (EMSA equipamentos médicos Ltda.)	28
Figura 7	Plestimógrafo colocado no abdome do participante	28
Figura 8	Estímulos visuais apresentados aos sujeitos durante os registros com controle e sem controle respiratório	29
Figura 9	Trecho do registro do eletroencefalograma da condição controle com os picos de inspiração e expiração marcados com os códigos 7 e 8. Os eletrodos 58, 60, 63, 66, 68 e EMG são, respectivamente, FPz, Fz, Cz, Pz, Oz e o registro da respiração	30
Figura 10	Eletroencefalograma com o registro recortado em expiração	30
Figura 11	Eletroencefalograma recortado com o registro da inspiração	31
Figura 12	Valores de médias da razão teta/beta inspiração Fz (análise 2)	33
Figura 13	Valores de médias da razão teta/beta inspiração Oz (análise 2)	33
Figura 14	Valores de médias da razão teta/beta inspiração Oz (análise 1)	33
Figura 15	Médias da razão teta/beta Cz (análise 2)	34
Figura 16	Médias da razão teta/beta Oz (análise 2)	34
Figura 17	Médias da razão teta/beta Fz (análise 1)	35
Figura 18	Valores de médias alfa em μv em Fpz (análise 2)	36

Figura 19	Valores de médias alfa em μv em Fz (análise 2)	36
Figura 20	Valores de médias alfa em μv em Pz (análise 2)	36
Figura 21	Valores de médias alfa em μv em Pz (análise 1)	36

Lista de tabelas

Tabela 1	Comparação de médias da razão teta/beta entre respiração espontânea e controlada e com controle.	32
Tabela 2	Comparação de médias da razão teta/beta entre inspiração e expiração na condição de respiração controlada	34
Tabela 3	Comparação de médias de potência alfa entre inspiração e expiração na condição de respiração controlada	35

Lista de abreviações

GRD	Grupo Respiratório Dorsal
NTS	Núcleo do Trato
GRV	Grupo Respiratório Ventral
NRA	Núcleo Retro Ambíguo
EEG	Eletroencefalograma
EEGq	Eletroencefalograma Quantitativo
GFP	<i>Global Field Power</i> (Potência Global Do Campo)
TF	Transformada de Fourier
FFT	Fast Fourier Transform (Transformada Rápida de Fourier)
RREP	Potenciais Evocados Relativos À Respiração
BP	<i>Bereitschaftspotential</i>
BR-T	<i>Brain Respiration-Training</i> (Treino de Respiração Mental)
HRV	<i>Heart Rate Variability</i> (Parâmetros de Variáveis Cardíacas)
HF	High Frequency
LF	Low Frequency
TDAH	Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade
DSM-IV	Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais 4. Ed.
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
EMG	Eletromiograma

Sumário

1	Introdução	11
	Para execução do <i>Prāṇāyama</i>	13
	Atenção	13
	Respiração	15
	Eletroencefalografia	17
	Eletroencefalograma quantitativo (EEGQ)	19
	Estudos sobre meditação com foco na respiração	21
	Hipótese	25
	Objetivo geral	25
	Objetivos específicos	25
2	Método	26
	Local	26
	Participantes	26
	Instrumentos	26
	<i>Software</i>	26
	Eletrodos	27
	Gel para o eletrodo	27
	Amplificadores	28
	Pletismógrafo	28
	Procedimento	29
	Tarefa de respiração involuntária	29
	Tarefa de respiração controlada	29
	Análise e tratamento dos dados	30
3	Resultados	32
4	Discussão	37
5	Conclusão	40
	Referências	41
	Apêndice	45

1. Introdução

Após trabalhos realizados no laboratório de psicofisiologia da Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde da Universidade Metodista de São Paulo e buscando conhecer mais sobre a correlação de medidas psicofisiológicas com tarefas visuais e auditivas, surgiu o desejo de verificar se variáveis contínuas do eletroencefalograma (potência de diferentes faixas que o compõem) poderiam ser moduladas pelo controle respiratório e se essas variáveis seriam modificadas nas fases de inspiração e expiração do ciclo respiratório na condição de respiração espontânea e controlada.

Charles Darwin (1809-1882), em sua obra *A expressão das emoções no homem e nos animais*, discorre sobre a expressão da decisão ou determinação e observa que uma pessoa fecha a boca com firmeza para indicar o ato de permanecer firme em um dado objetivo. Mas além de fechar a boca, Darwin e outros estudiosos citados por ele observaram que, antes de iniciar um esforço físico mais intenso, invariavelmente, a pessoa inicia enchendo os pulmões de ar e contraindo os músculos do tórax, e por isso a boca deve estar firmemente fechada. Darwin cita as observações de Sir C. Bell que afirma que, quando dois homens se encontram em combate mortal predomina o silêncio que só se interrompe por respiração ruidosa. Porém, não é apenas nesses casos de esforço físico de alta demanda tanto respiratória quanto de atenção que se observa o fechamento da boca e a interrupção da respiração e continua:

“... quando um homem precisa realizar alguma tarefa difícil e delicada, que não necessita de força, mesmo assim geralmente fecha sua boca e suspende a respiração por um momento. Mas ele age assim dessa maneira para que não atrapalhe o movimento dos seus braços. Por exemplo, quando uma pessoa passa um fio por uma agulha, ela comprime os lábios e para de respirar, ou respira o mais devagar possível.” (Darwin, 2009, p. 201)

Além das diversas tarefas do cotidiano até em atividades profissionais de alta demanda da atenção, como um atirador de elite, por exemplo, muitas atividades esportivas trabalham a respiração e a concentração com o objetivo de atingir o melhor rendimento possível. Nesse momento, é impossível não citar uma das maiores, se não a maior jogadora brasileira de basquete, Hortência de Fátima Marcari, com sua postura antes de arremessar a bola ao cesto em lances livres. Ela fazia uma inspiração profunda e uma expiração com olhos fechados e só abria os olhos quando ia arremessar a bola. Diz a campeã em entrevista dada ao jornal O Globo (2009): "Quando eu abro o meu olho, eu já estou pronta para arremessar. Enquanto não estou pronta, eu não abro. Só a puxada da bola já solta o corpo. Eu dou a última respirada

antes de fazer o movimento”. Em 1987, a “rainha do basquete” como era conhecida, bateu o recorde mundial marcando 124 pontos em uma única partida (Acervo Estadão, 2015).

A respiração é uma ação involuntária e na maior parte das vezes não é percebida pelo indivíduo. Muitas práticas meditativas utilizam como técnica desde a observação da respiração até sua manipulação como no caso do ioga. A prática do ioga tem sido muito comum em nossos dias e é difundida em nossa cultura muito mais como uma prática de exercícios físicos com o objetivo de atingir um equilíbrio entre corpo e mente. É dito que a prática disciplinada do ioga nos levaria à integração ou *Samādhi*. Por outro lado, em culturas asiáticas, é tida como uma filosofia de vida em que muitos aspectos de nossa vida são desenvolvidos para atingir esse estado de integração.

De acordo com Barbosa (1999), que traduziu Os Yogasutras, de Patañjali, do sânscrito para o português, o texto clássico fundamental do Sistema Filosófico do ioga pode ter sido compilado entre os séculos IV a.C. e V d.C., já que não se sabe a data precisa de sua redação original. O texto contém 196 aforismos dispostos em quatro capítulos. O primeiro capítulo trata do que é o ioga, o segundo aborda a prática, o terceiro discorre sobre os resultados e o quarto e último, sobre o objetivo final do ioga.

Patañjali define ioga como recolhimento dos meios de expressão da mente com a finalidade de produzir integração e minimizar as perturbações.

Essa integração, de acordo com a tradução de Barbosa (1999) seria alcançada com a disciplinada prática dos *asanas*, meditação e do *prāṇāyama*, que significa, de acordo com a tradução desse autor, detenção da respiração. *Prāṇāyama* é um conjunto de técnicas voltado em grande parte para o controle e disciplina da respiração.

Patañjali considera o controle da respiração como uma etapa de preparação para a concentração e deixa evidente a necessidade do treino e do esforço em manter a atenção em um único ponto como passo importante para a integração. Para esse controle, é necessário voltar sua atenção à respiração.

Para a execução do *Prānāyama*

Para executar o *prānāyama* ou o controle respiratório, dois mecanismos fisiológicos e involuntários precisam ser manipulados de forma voluntária: a atenção e a respiração.

Atentar para a respiração ou para qualquer outro objeto é um ato voluntário, porém nada simples. Se o ato de manter a atenção a um único objeto pode ser considerado um grande esforço, buscar uma definição para atenção é um desafio ainda maior.

Atenção

O tema Atenção vem ganhando cada vez mais destaque no nosso tempo, seja pelo aumento do número de diagnósticos em transtornos de atenção, seja pelas exigências do trabalho, estudo e esportes. Se por um lado as palavras de ordem para atingir o sucesso no trabalho, nos estudos ou no esporte são meta, foco e alto rendimento, por outro lado, a exigência de atenção focal é um desafio constante, tanto por estímulos ambientais diversos quanto por atrativas fontes de distração, como redes sociais, internet, celulares e televisão.

Muitos estudos vêm sendo realizados com a intenção de compreender esse mecanismo de seleção de alguns aspectos do mundo dentro de um universo de acontecimentos simultâneos. Um dos nomes mais citados ainda hoje em grande número desses estudos, é o do norte-americano William James (1842-1910). Médico nova-iorquino formado em Harvard, considerado por muitos o melhor psicólogo americano, James foi crítico ferrenho da psicologia wundtiana que pensava na psicologia com o objetivo de analisar a consciência e isolar seus elementos. Em “Princípios de Psicologia”, James busca o estudo da adaptação das pessoas ao ambiente. Entende a psicologia como ciência natural e biológica. James não considera a existência de sensações simples na experiência consciente. A consciência flui, e nesse fluxo contínuo qualquer tentativa de subdividi-la, analisá-la e separá-la em elementos só poderia distorcê-las (Schultz e Schultz, 1981). De acordo com James (1890/1952, p. 375 *apud* Ferraz & Kastrup, 2007, p. 63):

“...a ação de tomar posse realizada pelo espírito, de forma clara e vívida, de um entre outros vários objetos ou séries de pensamentos simultaneamente possíveis. Focalização, concentração da consciência são sua essência. Implica o afastamento de algumas coisas para ocupar-se efetivamente de outras. (...) [Ao] fixar-se em um determinado objeto ou pensamento, a atenção opera uma seleção, pois deixa de lado uma série de outros objetos ou séries de pensamentos possíveis. Percebe-se já aqui a presença de algumas noções que serão de extrema importância tanto na conceituação de James quanto para os estudos posteriores acerca da atenção: a seletividade e a

focalização ou concentração, que para ele são sinônimos” (James, 1890/1952, p. 375).

Na Psicologia, a atenção é muito estudada por diversas abordagens e segundo Lundin (1977), as primeiras teorias psicológicas entendiam a atenção como um impulso básico do homem.

A Análise do comportamento entende a atenção de forma diferente das outras abordagens, tanto da psicologia quanto da fisiologia, ou seja, acredita que a atenção não é um processo mental que decide a qual estímulo responderemos, mas que nos comportamos sob o controle discriminativo dos estímulos do ambiente. (Moreira & Medeiros, 2007, p. 107)

Strapasson e Dittrich (2008), que fazem uma análise sobre o conceito de prestar atenção para Skinner, interpretam que a atenção pode ser considerada comportamento reflexo (respondente) e, nesse caso, tem sua origem no processo de seleção natural ou como comportamento operante, ou seja, quando “prestamos atenção” e, dessa forma, submete-se a todas as leis do condicionamento operante. Os mesmos autores consideram que a atenção como comportamento operante pode ser entendida tanto como um controle de estímulo como um comportamento precorrente.

Uma vez que ~~atenção~~ Atenção pode ser descrita como um operante discriminado, devemos considerá-la como um comportamento que envolve ação em relação ao ambiente. Ou seja, a atenção entendida como controle de estímulos pode ser considerada produto da história de reforçamento do indivíduo (Sério, Andery, Gioia e Micheletto, 2002).

Donahoe e Palmer (1994) indicam que, embora o comportamento de atentar do indivíduo seja influenciado pelo ambiente genético – a filogênese – e a história de vida – a ontogênese –, não se pode esquecer de que quem guia o comportamento de atentar-se a algo são estímulos presentes no ambiente, como se fosse uma dica ambiental para atentar-se a determinado estímulo em determinada circunstância. Um mesmo ambiente pode aumentar a probabilidade de que diferentes respostas ocorram em uma mesma pessoa em diferentes momentos e diferentes respostas em diferentes pessoas no mesmo ambiente. A consequência da seleção é a diversidade e não a semelhança.

Poling; Schlinger; Starin e Blakely (1990, p. 109 *apud* Sério, Andery, Gioia e Micheletto, 2004) comentam que entre as variáveis que controlam a atenção, no sentido de respostas controladas por um estímulo, destacam-se três:

- 1- as características físicas do estímulo;
- 2- a presença concomitante de outros estímulos;
- 3- a história (experiência) do indivíduo com relação ao estímulo.

Para exemplificar a atenção como controle de estímulos, pode-se citar o motorista que deve atentar às diversas sinalizações de trânsito, mas que acaba atendendo ao telefone celular.

De acordo com Skinner (1985), não podemos dizer que o comportamento de atentar é apenas olhar em direção a um determinado ponto, é mais do que isso, um organismo atenta a uma determinada parte de certo estímulo, independentemente dos receptores estarem ou não orientados no sentido de produzir uma percepção definida. O que determina seu comportamento de atentar para certa parte de um estímulo é estar sob o controle desta parte. Um atirador que tem por missão o êxito em um tiro ao alvo, além de olhar fixamente ao alvo, tem que necessariamente desprezar qualquer outro estímulo presente no ambiente externo, bem como sensações e pensamentos.

Comportamento precorrente pode ser entendido como aquele cuja consequência é o aparecimento, fortalecimento ou clarificação do estímulo discriminativo que compõe a contingência seguinte na cadeia comportamental como elemento importante em análises funcionais (Strapasson e Dittrich, 2008). Poderíamos exemplificar a atenção como comportamento precorrente nas meditações em que se usa um objeto como foco de atenção. Nesse sentido, esses autores ressaltam que a atenção como comportamento precorrente assume uma posição de fundamental importância para o exercício do autocontrole.

Poderíamos concluir que para a execução do *Prāṇāyama* ou do controle respiratório as duas formas de atenção, tanto como comportamento precorrente como controle de estímulos, se alternam no esforço para manter o foco na respiração, já que a intenção é controlar a respiração, porém os pensamentos, as preocupações, ruídos no ambiente e muitos outros estímulos podem se interpor tornando a tarefa de controlar a respiração um grande esforço. Por outro lado, o controle respiratório demonstra ser uma ferramenta extremamente importante com o objetivo de interromper o fluxo de pensamento, muitas vezes fonte de, por exemplo, ansiedade e medos irracionais, e a atenção à respiração poderia levar ao alívio desses estados.

Respiração

De acordo com Lambersten (1980), o ato respiratório de levar gás para dentro e para fora dos pulmões é fundamentalmente uma função neuromuscular e neuronal, com os pulmões e vias aéreas respondendo quase passivamente a essas influências extrapulmonares. As unidades neurais são por sua vez controladas em resposta às funções metabólicas e

intrínsecas ao corpo inteiro, propiciando o feedback necessário para combinar funções ventilatórias com outras funções requeridas.

De acordo com Guerra, Falcão e Moreira (2001), a regulação da respiração pode ser nervosa, química ou mecânica e consiste em respostas integradas de receptores, centros respiratórios e músculos da respiração. A respiração é controlada pelo Sistema Nervoso Central, a respiração voluntária é regulada pelo córtex, e a respiração automática ou espontânea, pelos centros respiratórios do bulbo e da ponte. Os músculos respiratórios são inervados pelo nervo frênico e pelos nervos intercostais. Essa regulação ajusta a ventilação de maneira a manter pressões sanguíneas de oxigênio e de dióxido de carbono apropriadas (Guerra *et al.*, 2001).

A respiração é regulada por dois sistemas neuronais inter-relacionados: o voluntário e o automático. O sistema voluntário (tálamo e córtex cerebral) coordena a respiração relativamente a várias atividades motoras complexas que utilizam os pulmões e a parede torácica, por exemplo, a deglutição. O sistema automático regula a ventilação mantendo a homeostase do organismo. Os centros respiratórios automáticos localizam-se na ponte e no bulbo raquidiano, e são responsáveis pela origem e duração dos ciclos respiratórios (Guerra *et al.*, 2001). Os mesmos autores descrevem:

“As suas fibras eferentes para os neurónios motores deslocam-se pela via piramidal. As fibras nervosas que medeiam a inspiração convergem nos neurónios motores do nervo frénico e nos neurónios motores dos nervos intercostais externos. As fibras nervosas responsáveis pela expiração activa convergem, principalmente, nos núcleos motores dos nervos intercostais internos. As vias motoras descendentes activam os músculos agonistas e inibem os músculos antagonistas, simultaneamente – inervação recíproca (Figura 1). Isto é, os neurónios motores dos músculos expiratórios estão inibidos enquanto aqueles que inervam os músculos inspiratórios estão activados e vice-versa respiratórios” (Guerra *et al.* 2001, p. 3).

O centro respiratório do tronco cerebral é formado pelos seguintes grupos de neurónios localizados no tronco encefálico, bilateralmente no bulbo e na ponte (Malaghini, 1999):

GRD (grupo respiratório dorsal) no NTS (núcleo do trato solitário) – é um grupo de neurónios que se localizam na porção dorsal do bulbo. O GRD se divide em dois grupos de neurónios A e B. É aqui que é gerado o ritmo básico da respiração; após a chegada dos estímulos dos quimiorreceptores, o GRD transmite impulsos para os músculos inspiratórios (diafragma, intercostais externos e esternocleidomastóideo), e esses impulsos começam como um sinal fraco que vai aumentando gradativamente (sinal inspiratório em rampa) (Malaghini, 1999).

GRV (grupo respiratório ventral) no NRA (núcleo retro ambíguo) – é onde se localiza o grupo ventral de neurônios – este é o grupo C de neurônios. O NRA quando estimulado resulta em uma expiração, sendo particularmente importante para gerar poderosos sinais expiratórios para os músculos abdominais (Malaghini, 1999).

Centro pneumotáxico – localizado no núcleo parabraquial da porção superior da ponte, transmite sinais para o grupo B de neurônios. O efeito principal desse centro consiste em controlar o ponto de desligamento da rampa respiratória, controlando assim a fase de enchimento do ciclo pulmonar (Malaghini, 1999). A figura 1, a seguir, mostra o esquema do controle neural da respiração:

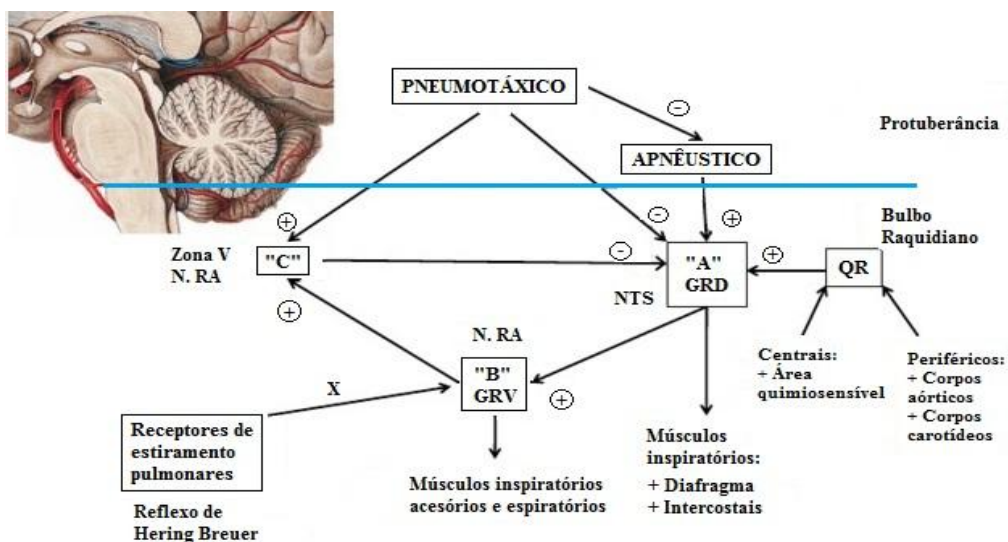


Figura 1: Esquema do controle neural da respiração

Fonte: <http://es.slideshare.net/marianabarrancos1/regulacin-de-la-respiracin>

Eletroencefalografia

A variedade de comportamentos nos seres vivos é quase infinita, desde o caminhar de uma lagarta, o acasalamento da abelha-rainha ou a caça de um leão, mas em nenhuma espécie a conduta é tão variada como na espécie humana. Todos esses comportamentos, desde um piscar de olhos até escrever um livro de filosofia, são frutos do sistema nervoso. As células que formam o sistema nervoso, ou neurônios, são células especializadas em receber e enviar sinais que se denominam potenciais de ação e que são de natureza elétrica. Essa carga elétrica

se deve à diferença de concentração de íons entre o interior e exterior da célula. Essa movimentação de cargas elétricas do interior para o exterior da célula nervosa gera uma diferença de potencial ou voltagem. (Rivero, 2011).

O Eletroencefalograma (EEG) é um instrumento utilizado para captar sinais elétricos provenientes da atividade elétrica dos neurônios no cérebro. Ele representa o registro da atividade elétrica produzida no cérebro através de eletrodos fixados no couro cabeludo (Macedo, 2011).

De acordo com Turner (1971), o eletroencefalograma é uma manifestação bioelétrica dos tecidos nervosos contidos na cavidade craniana, e a história de seu desenvolvimento poderia remontar-se a 1790 com a publicação das clássicas observações sobre a “eletricidade animal” feitas pelo médico, físico e filósofo italiano Luigi Galvani. No entanto, o “pai da eletroencefalografia humana” foi o psiquiatra alemão Hans Berger, que, depois de uma prolongada série de estudos experimentais em animais, efetuou em 6 de julho de 1924 o primeiro registro das oscilações rítmicas do cérebro de um jovem de 17 anos através de um orifício de trepanação descompressiva e utilizando um galvanômetro de corda. Berger publicou nos artigos *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten* uma série de trabalhos de 1929 a 1938 nos quais se efetuaram as primeiras descrições dos ritmos cerebrais humanos e suas modificações fisiológicas e patológicas. Segundo o mesmo autor, as atividades rítmicas são condicionadas e modificadas por múltiplos fatores, como vasculares, neurovegetativos, metabólicos, farmacológicos, psicológicos, dentre outros (Turner, 1971).

De acordo com Niedermeyer (1990), o eletroencefalograma (EEG) é caracterizado essencialmente por flutuações de potenciais sobre o cérebro em uma faixa de frequência de aproximadamente 0,1 – 100 Hz (mais realisticamente, em torno de 70 Hz). Existem quatro faixas de frequências no EEG exemplificadas na Figura 2:

1. Delta: abaixo de 3,5 Hz (usualmente 1-3,5 Hz)
2. Teta: 4-7 Hz
3. Alfa: 8-13 Hz
4. Beta: acima de 13 Hz

A frequência que está entre 8 e 13 Hz se conhece como ritmo alfa e se origina predominantemente no lóbulo occipital durante períodos de relaxamento, com os olhos fechados, contudo despertos. Quando a pessoa está mais alerta, o valor da frequência aumenta para valores maiores do que 13 Hz e se conhece como estado beta; por outro lado, se

desaparece em um sono ligeiro e a frequência diminui para um valor entre 4 e 7 Hz, é conhecido como estado teta; se o sono é profundo, a frequência estará entre 0,5 e 3,5 Hz e é conhecido como estado delta (Rivero, 2011).

Com respeito à amplitude, quando registros são gravados através de crânios e couros cabeludos intactos, os potenciais de EEG situam-se entre 10 e 100 μV ; em adultos as médias de amplitudes situam-se entre 10 e 50 μV . Quanto ao ritmo, as diferentes faixas de frequências podem se apresentar de forma mais rápida ou mais lenta de acordo com a região do cérebro, idade, estados de relaxamento, com olhos abertos ou fechados. Ondas de frequências lentas de delta-teta e rápidas de beta aparecem comumente em um EEG normal, mas essas frequências – especialmente as atividades lentas – não devem exceder certos limites (Niedermeyer, 1990).

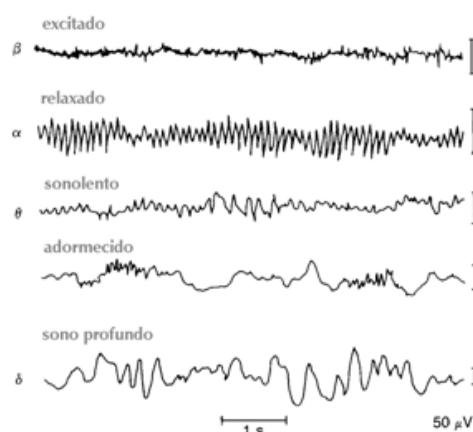


Figura 2. Exemplo de ritmos característicos do EEG associados a vários estados de um indivíduo normal: da excitação ao sono profundo, contendo ondas alfa, beta, delta e teta.

Fonte: <http://neuroengenharia-proc-bio.blogspot.com.br/2012/06/eeg-ritmos-dominantes.html>.

Eletroencefalograma quantitativo (EEGq)

Reconheceu-se desde o início que os sinais elétricos do cérebro ou eletroencefalograma (EEG) continham padrões regulares que podiam ser compreendidos pelo seu conteúdo espectral (frequência). O Eletroencefalograma quantitativo (EEGq) é um método de análise da distribuição de potência elétrica em faixas de frequência feita a partir do traçado do EEG (Basile, 2002). Uma forma de análise do EEGq é o somatório de potências do espectro de todos os eletrodos que é conhecido como potência global de campo (*Global Field*

Power - GFP) (Figura 4) e muitos trabalhos de avaliação clínica têm mostrado grande acurácia com emprego desse tipo de análise (Kanda, 2012).

Dois conceitos são fundamentais na análise quantitativa do EEG: análises no “domínio do tempo” e no “domínio da frequência”. Sobre esses conceitos Anghinah (2005, p. 50) define:

“Quando se considera como variável independente o tempo, como em um evento bem caracterizado que ocorre em um determinado instante do tempo (por exemplo: um paroxismo por ponta-onda aos dois minutos de registro de um exame de EEG), o sinal é considerado no ‘domínio do tempo’, ou seja, na própria escala em que o sinal é representado por um grafoelemento ou uma frequência *versus* a amplitude ou a potência deste sinal³⁻⁹. A análise no domínio da frequência vale-se de um importante teorema matemático, o teorema de Fourier, que garante que qualquer sinal periódico pode ser decomposto em um conjunto de funções senoides e cossenoides, denominadas bases ortogonais, de várias frequências múltiplas da frequência fundamental, que da mesma forma, em operação reversa, somando-se todos os seus componentes, resulta no sinal original.”

Esse método permite que os sinais gravados a partir do couro cabeludo possam ser digitalizados e, como consequência, os padrões específicos de onda elétrica dentro de cada sinal podem ser identificados e exibidos na tela do computador, e os dados digitais armazenados, tudo dentro de microssegundos (Kaiser, 2015).

A análise do EEG no domínio da frequência torna fundamental a aproximação do engenheiro e de outros profissionais da área de exatas para a análise dos registros de EEG, em termos dos diversos ritmos cerebrais (ondas alfa, beta, teta, gama, delta). Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), matemático francês, contribuiu de forma importante com uma série de métodos matemáticos que tem como objetivo a decomposição de sinais como a soma de funções senoidais de diferentes frequências (Souza, 2010; Ocazionez, 2009). Com essa ferramenta, é possível obter um sinal mensurável e dele se retirar o máximo de informação (Macedo, 2011), decompondo-o nas suas componentes em frequência (harmônicos) (Souza, 2010). A desvantagem da TF é a perda de referência no domínio do tempo, ou seja, não é possível saber o momento da ocorrência de um determinado evento; contudo essa desvantagem não é significativa se um sinal não muda muito com o passar do tempo. Os resultados dessa análise podem ser exibidos na forma de gráficos de linha ou de barras, tabelas ou na forma cartográfica (Kanda, 2012) como mostra a Figura 3.

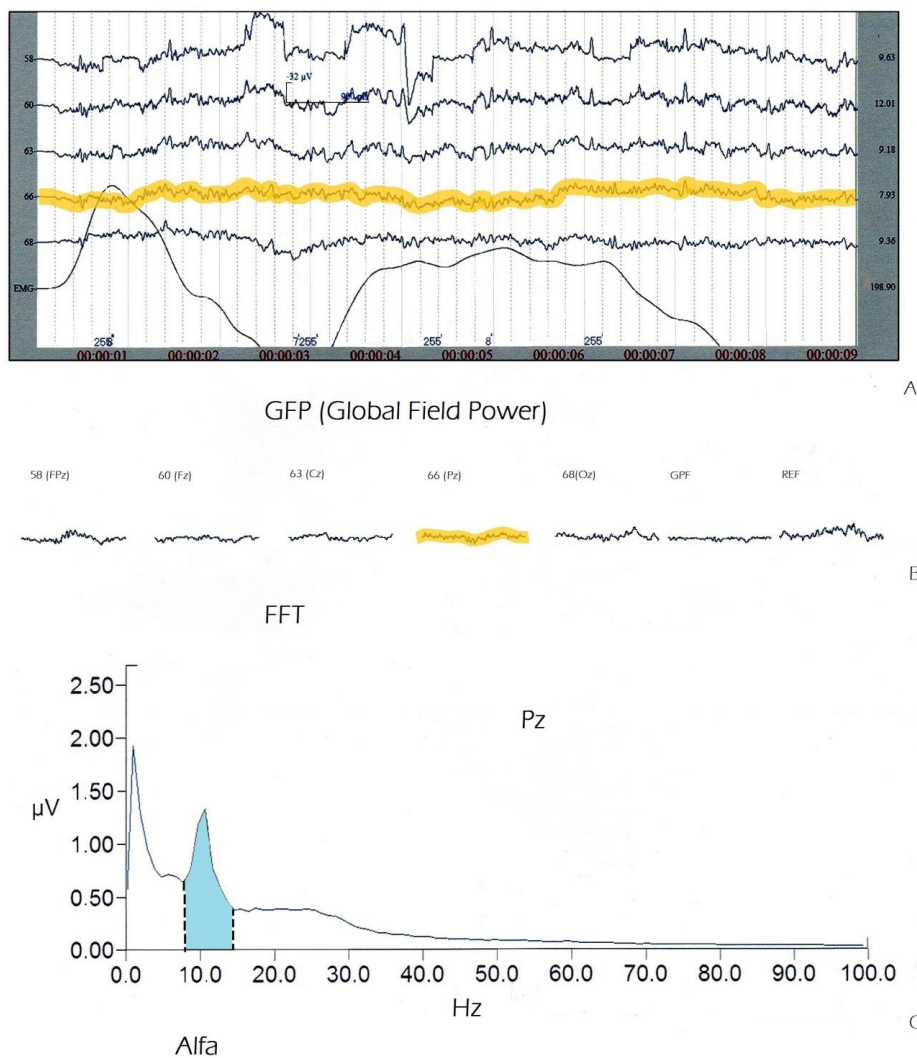


Figura 3 – Trecho de EEG (A) submetido à *Global Field Power* (GFP) (b) E gráfico C gerado com a *Fast Fourier Transform* FFT.

Estudos eletroencefalográficos sobre meditação com foco na respiração

Como já foi dito, a respiração é uma atividade involuntária e não é percebida pelo indivíduo. As pessoas se tornam conscientes da respiração quando prestam atenção a ela. De acordo com Chan e Devemport (2010), desde que a carga inspiratória possa ser percebida conscientemente, seria coerente pensar em uma ativação cortical que poderia ser eliciada em conformidade. A sensação respiratória é produzida por múltiplas entradas incluindo O_2 , CO_2 ,

volume, pressão e esforço muscular respiratório através de múltiplos receptores. Porém, a somatossensação respiratória não é percebida usualmente com a respiração normal em estado de não atenção.

Chan e Devemport (2010) consideram que a atividade aferente gerada durante a respiração eupneica acontece fora do centro cognitivo, enquanto a respiração motora é gerada pelo centro respiratório no tronco encefálico. Em estudo realizado por Chan e Devemport (2010), foram identificados cinco picos: Nf (25 a 45 ms) no início da inspiração cortical, P1 (45 a 70 ms) em C3 e C4, N1 (85 e 125 ms) maior no hemisfério direito e P300 (250 a 300 ms) relacionado diretamente com atenção e respiração. Os autores concluem que os músculos respiratórios aferentes são os principais participantes sensoriais para a geração dos potenciais evocados relativos à respiração (RREP).

Por outro lado, Tremoureux, Raux, Jutand e Similowski (2010) estudaram a respiração espontânea em indivíduos saudáveis, enquanto esses respiravam usando uma máscara facial com dispositivos que permitiam medir variáveis respiratórias na carga inspiratória. Enquanto os indivíduos assistiam a um filme da escolha de cada um para distrair a atenção da respiração, um eletroencefalograma registrou seus potenciais evocados. Tremoureux *et al.* (2010) cita que somos capazes de controlar e programar movimentos relativos à respiração e que essa preparação é acompanhada por um pico negativo de baixa amplitude (25 ms) antes da inspiração, que é melhor conhecido como Bereitschaftspotential (BP). O BP é descrito durante a compensação da carga inspiratória mecânica, dessa maneira, é identificado um envolvimento cortical correspondente ao comportamento ventilatório. Os resultados desse estudo mostraram que 8 em 9 dos participantes não apresentaram BPs. Portanto, nesse estudo, seus autores concluem que a característica marcante da respiração voluntária é a presença do BP quando o sujeito atenta a sua respiração. O estudo cita ainda que indivíduos com doenças respiratórias, como asma, entre outras doenças, com obstrução pulmonar crônica, apresentam esse sistema compensatório aumentado com relato desses pacientes de terem a sensação de terem conseguido dormir por dias.

Alguns estudos se dedicaram a verificar variáveis eletroencefalográficas e cardíacas durante a execução de meditação, cuja técnica é a atenção à respiração como a meditação Su-soku, que consiste em que o meditador sem experiência prévia conta sua respiração mentalmente. Para controlar o ciclo respiratório, seus participantes respiram seguindo um guia auditivo, por exemplo.

Kim *et al.* (2001) observaram potenciais evocados em crianças durante a prática de Brain Respiration-Training (Treino de Respiração Mental). BR-T consiste em exercício de 2

minutos de concentração na respiração, um exercício sonoro (ouvir Chon Bu Kiong – a mais antiga escritura coreana que expressa princípios básicos do universo composto por 81 caracteres) por 4 minutos e BR meditation, que consistia em eliminar emoções negativas imaginando uma limpeza da amígdala (é mostrado uma figura da anatomia antes do treino) por 4 minutos. Para o grupo controle, era pedido que relaxassem o melhor que sabiam. O resultado foi diminuição de Teta durante os exercícios respiratórios em relação ao grupo controle em T3 e T4 na região temporal esquerda e aumento de Alfa nas regiões temporal e occipital direita.

Takahashi *et al.* (2004) conduziu um estudo utilizando a meditação Su-soku, um tipo de meditação Zen que não requer treino, apenas a atenção sustentada ao ciclo respiratório. O objetivo desse estudo foi identificar medidas psicofisiológicas e traços de personalidades característicos nesse estado meditativo. As medidas eletrofisiológicas eram registradas enquanto o sujeito contava “um” quando exalava o ar e assim sucessivamente. Para ter controle da respiração, foi usado um metrônomo para manter o ciclo respiratório regular na taxa de 0,25 Hz, já que o ciclo respiratório pode afetar variações cardíacas. O resultado foi aumento em teta 2 em F3 e F4 e alfa 1 em F3, F4, C3 e C4 em relação à condição de controle. Com relação a hemisférios, nenhuma alteração significativa foi encontrada. Nas áreas occipitais O1 e O2, não apresentaram diferenças significativas entre grupo de meditação e grupo controle.

Park e Park (2012) realizaram um estudo com o objetivo de examinar mudanças em eletroencefalograma (EEG) e parâmetros de variáveis cardíacas (HRV) durante *paced breathing* (respiração compassada - PB) baseada na meditação Su-Soku e suas relações com traços de personalidade. As duas condições medidas foram a respiração espontânea e a PB. A ativação do parassimpático foi verificada pelas variáveis cardíacas enquanto variáveis eletrofisiológicas por EEG. O experimento consistia em pedir para que o sujeito respirasse em ciclos de 6 segundos guiados por um estímulo auditivo. O resultado foi um aumento em (high frequency) HF enquanto a razão LH/HF (low frequency – high frequency) diminuiu, o que foi interpretado como uma evidência da ativação do parassimpático. Quanto às variáveis eletrofisiológicas, houve aumento de alfa 1 e alfa 2 em todos os eletrodos sem distinção de hemisférios. Teta diminuiu localmente, e essa variação, de acordo com o estudo, está vinculada com os traços de personalidade encontrados entre os sujeitos.

O que esses estudos trazem em comum quanto ao método é a escolha de sujeitos sem experiência prévia em nenhum tipo de meditação para compor sua amostra. O tipo de meditação é baseado na atenção à respiração com um controle rigoroso. Quanto aos achados,

resultados semelhantes foram encontrados, porém Takahashi *et al.* (2004) difere dos outros dois estudos, já que encontra aumento de Teta na região frontal. Em nenhum desses estudos foram procuradas medidas eletrofisiológicas relativas à respiração, mas sim a variáveis cardíacas. Outro fato importante a ser mencionado é o tipo de meditação utilizada nesses estudos, já que existem inúmeras práticas meditativas com diferentes métodos, o que poderia levar a diferentes resultados e efeitos no sistema nervoso central.

Alguns estudos têm dado especial atenção à razão teta/beta, e o aumento do valor dessa razão tem sido considerado como característico no Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Snyder e Hall (2006) realizaram uma meta-análise sobre estudos utilizando EEG quantitativo (EEGq) que avaliaram TDAH, utilizando os critérios do DSM-IV (Manual Diagnóstico e estatístico de Transtornos Mentais 4. Edição). Os estudos considerados nessa meta-análise observaram traços no EEGq de um aumento de potência teta e uma diminuição de potência beta, e que foram resumidos na razão teta/beta com um conjunto de efeito de tamanho de 3,08 (95% intervalo de confiança, 2,90, 3,26) para o TDAH *versus* controle (normal crianças, adolescentes e adultos). Os autores concluem que essa meta-análise apoia que o aumento da razão teta/beta é uma característica comumente observada em pacientes diagnosticados com TDAH comparados aos controles normais. Porém, como é sabido que o traço da razão teta/beta pode surgir com outras condições, novos estudos são necessários para determinar generalização para aplicação clínica.

Lansbergen, Arns, Dongen-Boomsma, Spronk e Buitelaar (2011) concluem que um aumento da atividade teta e da relação teta/beta em meninos com TDAH parece depender em grande parte de um subgrupo de crianças com TDAH que têm frequências alfa pico lentas, em vez de aumento da atividade teta. Portanto, a relação teta/beta frequentemente relatada em TDAH pode ser considerada uma medida não específica combinando vários subgrupos neurofisiológicos distintos.

Heinrich *et al.*, (2014) consideram que crianças com TDAH são caracterizadas por um estado subativado no EEG com diferenças de subtipo-específica e que um aumento na razão teta/beta é encontrado em crianças do subtipo predominantemente desatento. A relevância funcional desses parâmetros EEG foi indicada por associações com as medidas de tempo de reação, que foram mais pronunciadas nos grupos de TDAH. Quanto à localização, os autores consideram que no grupo TDAH-I, a razão teta/beta é significativamente maior em eletrodos sozinhos (F3, Fz), e uma tendência para uma relação teta/beta mais elevada quando se consideram todos os eletrodos (grande tamanho do efeito).

Hipótese

Partimos da hipótese de que variáveis contínuas do EEG (potência de diferentes faixas que o compõem) serão moduladas pelo controle respiratório e antecipamos que há aumento de variáveis eletrofisiológicas relacionadas à atenção e ao relaxamento, em particular na tarefa de controle respiratório apresentando-se de forma diferente nas fases de inspiração e expiração.

Objetivo geral

Verificar se variáveis contínuas do EEG (potência de diferentes faixas que o compõem) serão moduladas pelo controle respiratório nas duas fases, separadamente, de inspiração e expiração.

Objetivos específicos

- Obter registros do eletroencefalograma quantitativo para a condição de respiração espontânea.
- Obter registros do eletroencefalograma quantitativo na condição de controle respiratório.
- Obter registro da respiração com uso de pletismógrafo.
- Computar as médias entre os cinco eletrodos utilizados em cada sujeito (Potência Global de Campo – *Global Field Power*).
- Obter valores de amplitude de potência elétrica (espectro de potência no domínio da frequência) nas frequências Teta, Alfa e Beta e Delta nas fases de inspiração e expiração, separadamente, na condição de respiração espontânea e ainda inspiração e expiração na condição de controle respiratório.
- Verificar a existência de diferenças significativas entre as médias dos valores de amplitude de potência elétrica nas frequências Teta, Alfa e Beta e Delta nas diferentes fases de inspiração e expiração, separadamente, na condição passiva e ainda inspiração e expiração na condição de controle respiratório.
- Obter valores da razão das potências teta/beta (espectro de potência).

2. Método

Local

Os experimentos ocorreram no Laboratório de Psicofisiologia da Universidade Metodista de São Paulo (UMESP) localizado à Rua Dom Jaime de Barros Câmara nº 1000, Bairro Planalto, em São Bernardo do Campo.

Participantes

A seleção da amostra obedeceu a critério não probabilístico e por conveniência. Fizeram parte do estudo 19 sujeitos (7 homens e 12 mulheres) que foram convidados a participar da pesquisa nas dependências da Faculdade de Saúde da Universidade Metodista de São Paulo. A faixa etária entre as mulheres variou de 19 a 73 anos ($M = 38,08$, $DP = \pm 16,73$) e entre os homens de 26 a 51 anos ($M = 34,86$, $DP = \pm 10,28$). Todos os participantes não possuíam experiência em práticas meditativas, apresentavam visão normal ou corrigida para normal e não tinham doenças neuropsiquiátricas incluindo história de abuso de álcool e drogas. Todos os participantes receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme legislação brasileira CNS 446 11 do Ministério da Saúde. O TCLE (Apêndice) foi elaborado em duas vias e, depois de assinadas pelo participante, pesquisador executante e pesquisador responsável, foi entregue uma via para o participante e a outra arquivada pelo pesquisador responsável.

Instrumentos

Software

Todos os aspectos das tarefas foram controlados por um computador com *software* comercial – Stim, Neuroscan Inc. – que envia sinais para marcação de encefalograma (EEG) durante o início dos estímulos.

Eletrodos

Para o registro do eletroencefalograma, foi utilizado um sistema de posicionamento de cinco eletrodos Ag AgCl (FPz, Fz, Cz, Pz e Oz) fixados a uma touca de posicionamento rápido (Quick-Cap, Neuromedical Supplies®), em sistema 10-20 conforme Figura 4.

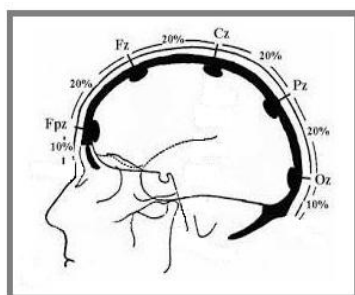


Figura 4 – Eletrodos posicionados no sistema 10-20.

Gel para o eletrodo

Em cada eletrodo utilizado, foi acrescentado uma pequena quantidade de gel para fazer o contato entre a pele e o eletrodo e para facilitar a condutibilidade, como indicado na Figura 5.

SIGNA GEL ELECTRODE GEL
PARKER LABORATORIES INC. FAIRFIELD, NEW JERSEY 07004
MADE IN USA
NuPrep ECG & EEG ABRASIVE SKIN PREPPING GEL

Figura 5 – Nome e marca do produto utilizado para melhorar a condutividade das atividades elétricas cerebrais.

É importante salientar que a touca e os eletrodos foram adequadamente higienizados de acordo com as especificações do manual do equipamento a cada experimento já que esse material não é descartável.

Amplificadores

Foram utilizados dois amplificadores DC de 64 canais cada (Synamps, Neuroscan Inc.) para transmitir os dados e o pacote de *software* Scan 4.3 para o processamento inicial dos dados (antes da computação das médias). Os dados foram analisados por meio do pacote de *software* Scan 4.5 e pelo *software* Curry V7 (Neurosoft Inc.).

Pletismógrafo

Para o registro do ciclo respiratório, foi utilizada uma cinta de esforço respiratório (Figura 6) M01 (EMSA Equipamentos Médicos Ltda.), colocada no abdome do participante (Figura 7).

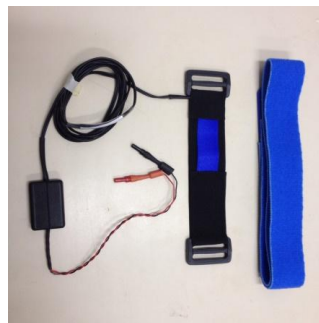


Figura 6 – Pletismógrafo M01 (EMSA Equipamentos Médicos Ltda.).



Figura 7 – Pletismógrafo colocado no abdome do participante.

Procedimento

Os participantes, depois de devidamente informados acerca de todas as etapas do experimento, assinaram o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido). A touca foi colocada e em seguida foi adicionado uma pequena quantidade de gel em cada eletrodo. Depois disso, foi colocada a cinta respiratória. A touca foi conectada ao amplificador, e o participante foi convidado a executar as tarefas.

Os estímulos utilizados (Figura 8) consistem na apresentação de dois retângulos (excentricidade $\pm 8^\circ$, S1: 100 ms de duração, S2: 17 ms; fundo branco; 1,6 segundos de intervalo entre estímulos) que piscam no centro da tela do computador. e O primeiro retângulo representa um estímulo “dica”, e o segundo, o estímulo alvo, porém não foi pedido ao sujeito para que emitisse nenhuma resposta motora, apenas que mantivesse o olhar fixo para a apresentação dos estímulos.

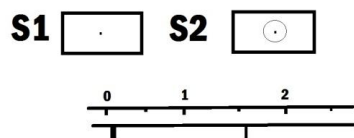


Figura 8 – Estímulos visuais apresentados aos sujeitos durante os registros com controle e sem controle respiratório.

Tarefa de respiração involuntária

Foi pedido ao sujeito para sentar-se o mais confortavelmente possível e relaxar o máximo que pudesse com os olhos fixos em estímulos que piscaram no centro da tela do computador. Não foi mencionado nada sobre respiração para que o sujeito não se atentasse a isso. O tempo total dessa tarefa foi de aproximadamente 7 minutos.

Tarefa de respiração controlada

Foi pedido ao participante que respirasse de forma controlada de maneira que inspirasse pelas narinas, segurasse o ar por dois segundos, expirasse pelas narinas e segurasse o ar com os pulmões vazios por dois segundos e assim sucessivamente. Enquanto fazia a respiração controlada o participante tinha que manter o olhar fixado no estímulo apresentado na tela do computador. O tempo total dessa tarefa foi de aproximadamente 7 minutos.

Análise e tratamento dos dados

Os dados das tarefas realizadas foram coletados por meio dos dois amplificadores, e o processamento inicial dos dados foi realizado com o auxílio do pacote de *software* Sacan 4.5. O EEG foi coletado de forma contínua nas duas tarefas e, depois de serem removidos artefatos relativos a movimentos oculares, foram marcados os picos de inspiração e expiração nas duas diferentes condições (respiração espontânea e controlada) conforme Figura 9.

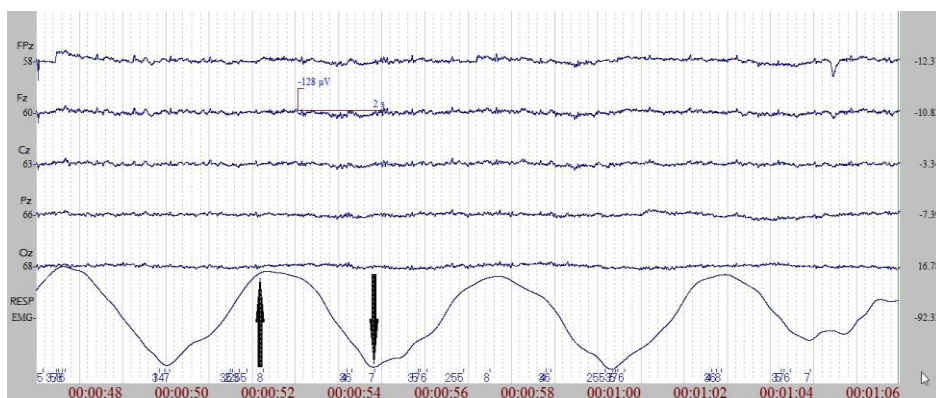


Figura 9 – Trecho do registro do eletroencefalograma da condição controle com os picos de inspiração e expiração marcados com os códigos 7 e 8. Os eletrodos 58, 60, 63, 66, 68 e EMG são, respectivamente, FPz, Fz, Cz, Pz, Oz e o registro da respiração.

Depois de marcados os picos de inspiração e expiração, os EEGs foram recortados e separados em dois arquivos que continham somente inspiração ou expiração, como mostram as Figuras 10 e 11.

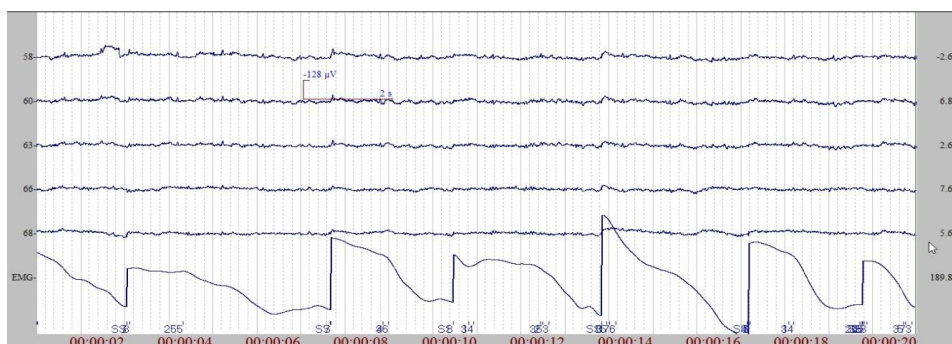


Figura 10 – Eletroencefalograma com o registro recortado em expiração.

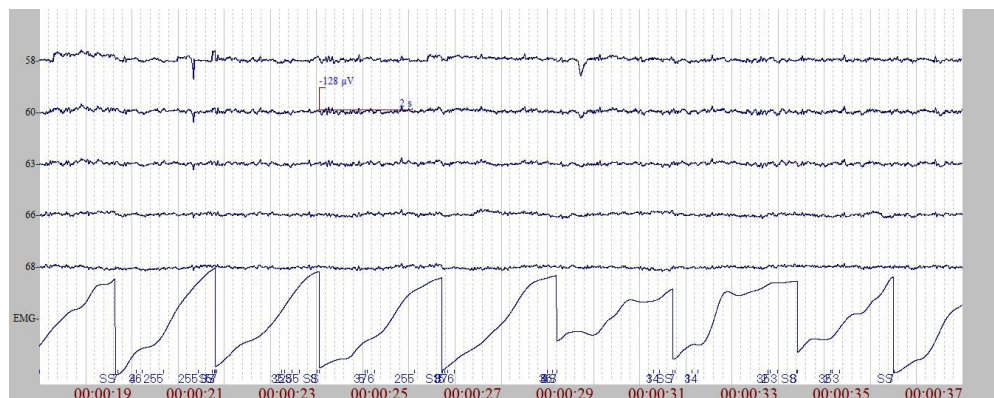


Figura 11 – Eletroencefalograma recortado com o registro da inspiração.

A partir dessas preparações, nos registros, foram obtidos três arquivos diferentes para serem submetidos a duas análises no domínio da frequência por meio do *software* Scan 4.3. Uma das análises foi feita com o eletroencefalograma “inteiro”, e outra análise, utilizando o eletroencefalograma separado em inspiração ou expiração.

As médias das diferentes faixas de frequência analisadas neste estudo foram extraídas dentro de uma janela de 1024 ms nos critérios de classificação estabelecidos (7 para inspiração e 8 para expiração). A linha de base foi corrigida a partir de 500 ms nas épocas estabelecidas; o canal de respiração (EMG) e os eletrodos que apresentaram ruídos eletrônicos frequentes foram eliminados. Artefatos foram rejeitados no intervalo entre $\pm 75 \mu\text{V}$ no domínio do tempo. Análise espectral foi realizada pela Transformada Rápida de Fourier na faixa de 200 Hz em cada critério (inspiração e expiração) de cada condição (espontânea e com controle respiratório).

A partir dos espectros em médias, os valores de cada faixa de frequência (teta, alfa, beta e delta), bem como a relação de teta/beta, foram calculados para cada eletrodo (FPz, Fz, Cz, Pz, Oz e REF).

3. Resultados

Nesse estudo, foram verificados dados de espectro de frequência obtidos na inspiração e expiração separadamente nas condições de respiração espontânea e com controle respiratório. Esses resultados foram obtidos das médias de potência em cada banda de frequência do EEG, os quais foram avaliados por diferenças significativas por teste *t* pareado nas fases de inspiração e expiração dentro da condição de respiração espontânea e com controle e na comparação entre as duas condições. Foi realizada análise espectral no domínio da frequência no EEG de duas formas diferentes: a primeira com o EEG completo, ou seja, considerando todo o ciclo respiratório (Análise 1), e a segunda em que o EEG foi concatenado em inspiração ou expiração (Análise 2).

Na comparação entre as condições de respiração espontânea e de controle, foram encontradas diferenças significativas entre as médias da razão teta/beta, sendo maiores na respiração espontânea do que no controle respiratório apenas na fase de inspiração nos eletrodos Fz ($t = 2,756$, $DF = 16$, $p = 0,014$, análise 2) e Oz ($t = 2,375$, $DF = 10$, $p = 0,039$, análise 2), Oz ($t = 2,241$, $DF = 9$, $p = 0,052$, análise 1), conforme Tabela 1 mostrada a seguir. Os gráficos seguintes representam os valores das médias da razão teta/beta nos eletrodos Fz (Figura 12), Oz (Figura 13, análise 2), Oz (Figura 14, análise 1).

Tabela 1
Comparação de médias da razão teta/beta entre respiração espontânea e com controle.

	TETA/BETA			ESPONTÂNEA			CONTROLE		
				INSPIRAÇÃO			INSPIRAÇÃO		
	<i>t</i>	DF	p	M	N	DP	M	N	DP
Fz 2	2,756	16	0,014	1,95	17	0,58	1,76	17	0,52
Oz 2	2,375	10	0,039	1,77	11	0,45	1,61	11	0,33
Oz 1	2,241	9	0,052	1,79	10	0,37	1,64	10	0,34

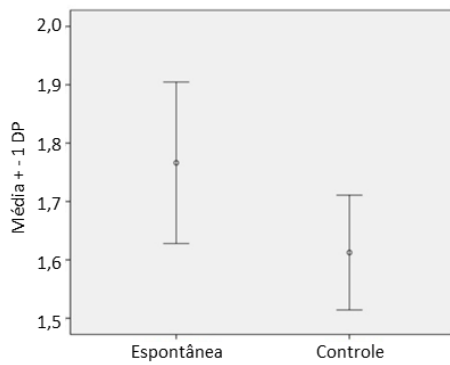


Figura 12 – Valores de médias da razão teta/beta inspiração em Fz (M = 1,95, N = 17, DP = ±0,58, M = 1,76, n = 17, DP = ±0,52, análise 2).

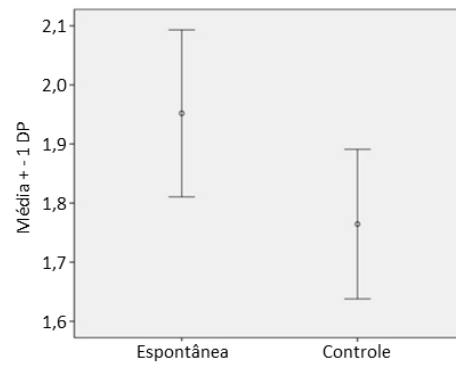


Figura 13 – Valores de médias da razão teta/beta inspiração em Oz (M = 1,77, N = 11, DP = ±0,58, M = 1,61, N = 11, DP = ±0,33, análise 2).

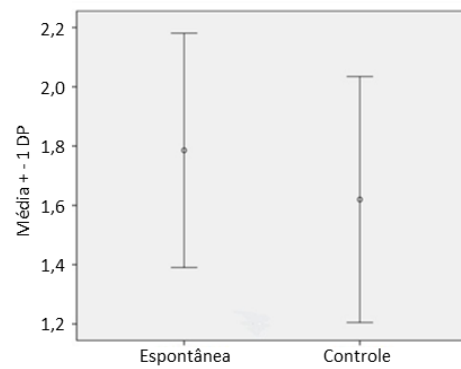


Figura 14 – Médias de valores da razão teta/beta na inspiração em Oz (M = 1,79, N = 10, DP = 0,37 e M = 1,64, N = 10, DP = 0,34, Análise 1).

Contudo, as diferenças significativas mais expressivas foram encontradas na comparação entre inspiração e expiração durante a respiração com controle.

Os valores das médias da razão teta/beta foram significativamente menores na inspiração do que na expiração durante a respiração com controle nos eletrodos Cz ($t = -2,853$, $DF = 16$, $p = 0,011$, análise 2, Figura 16) que está relacionada a área motora e Oz ($t = -2,312$, $DF = 10$, $p = 0,043$, análise 2, Figura 17), relacionada ao estímulo visual. Porém, a razão teta/beta é menor na fase de expiração da respiração com controle no eletrodo Fz ($t = 2,131$, $DF = 16$, $p = 0,049$, análise 1, Figura 18), podendo indicar maior grau de atenção nessa fase da respiração, conforme tabela 2 mostrada a seguir.

Tabela 2

Comparação de médias da razão teta/beta entre inspiração e expiração na condição de respiração controlada.

	TETA/BETA			CONTROLE					
				INSPIRAÇÃO			EXPIRAÇÃO		
	<i>t</i>	DF	p	M	N	DP	M	N	DP
Fz 2	2,131	16	0,049	1,75	17	0,56	1,68	17	0,56
Cz 2	-2,854	16	0,011	1,57	17	0,55	1,66	17	0,59
Oz 2	-2,312	10	0,043	1,61	11	0,33	1,95	11	0,35

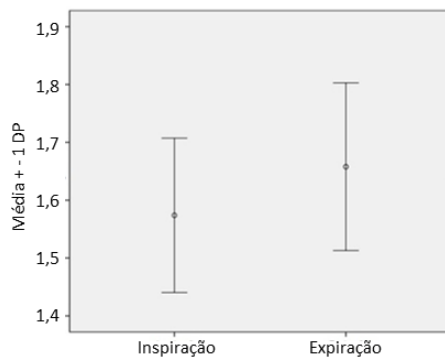


Figura 15: Médias da razão teta/beta em Cz ($M = 1,57$, $N = 17$, $DP \pm 0,55$ e $M = 1,66$, $N = 17$, $DP = \pm 0,50$, análise 2).

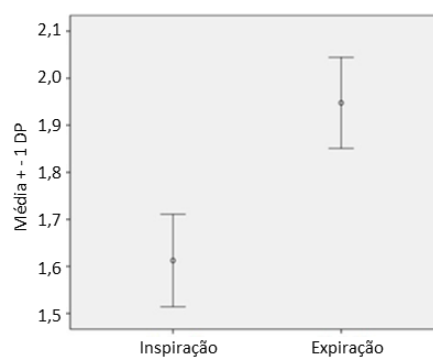


Figura 16: Médias da razão teta/beta em Oz ($M = 1,61$, $N = 11$, $DP \pm 0,33$ e $M = 1,95$, $N = 11$, $DP = \pm 0,35$, análise 2).

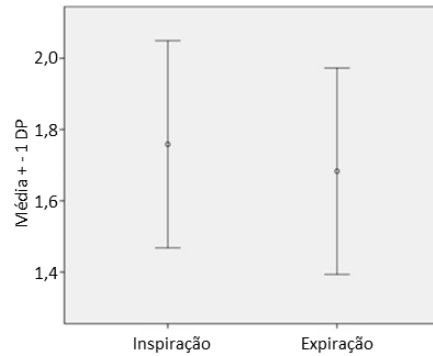


Figura 17: Médias da razão teta/beta em Fz (M = 1,75, N = 17, DP \pm 0,56 e M = 1,68, N = 17, DP = \pm 0,56, análise 1).

Foram encontradas diferenças nas médias das potências de alfa, sendo sempre maiores no controle respiratório do que na respiração espontânea. Nos eletrodos FPz ($t = -2,619$, DF = 18, $p = 0,017$, análise 2, Figura 19), Fz ($t = -4,604$, DF = 16, $p = 2,933$, análise 2, Figura 20), os valores de médias de potência alfa são maiores na fase de expiração do que inspiração. No entanto, no eletrodo Pz ($t = -2,832$, DF = 15, $p = 0,013$, análise 1, Figura 21), encontramos aumento dos valores da potência alfa também na fase de inspiração conforme Tabela 3 mostrada a seguir. Nenhuma alteração significativa foi encontrada na faixa delta no eletrodo médio (GFP).

Tabela 3

Comparação de médias de potência alfa entre inspiração e expiração na condição de respiração controlada.

	<i>t</i>	Alfa	CONTROLE							
			DF	p	INSPIRAÇÃO			EXPIRAÇÃO		
					M	N	DP	M	N	DP
FPz 2	-2,619	18	0,017	1,17	19	0,58	1,31	19	0,66	
FZ 2	-4,604	16	2,933	0,86	17	0,48	1,02	17	0,60	
Pz 1	-2,439	15	0,028	1,43	15	0,71	1,29	15	0,60	
Pz 2	-2,832	15	0,013	1,42	15	0,67	1,29	15	0,59	

Valores das médias de potência alfa em μ V

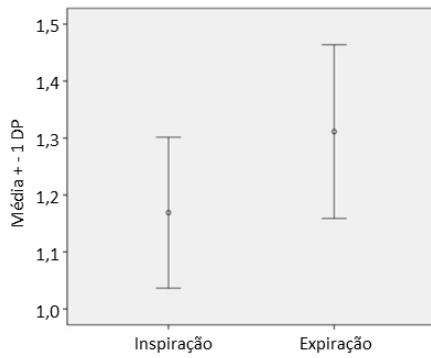


Figura 18: Valores de médias de alfa em μV em FPz ($M = 0,17$, $N = 19$, $DP \pm 0,58$ e $M = 1,31$, $N = 19$, $DP = \pm 0,66$, análise 2)

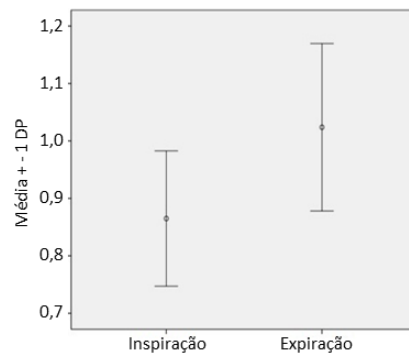


Figura 19: Valores de médias de alfa em μV em Fz ($M = 0,86$, $N = 17$, $DP \pm 0,48$ e $M = 1,02$, $N = 17$, $DP = \pm 0,60$, análise 2)

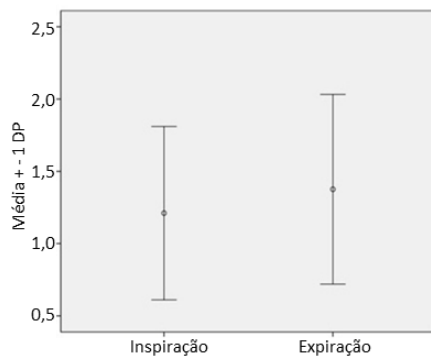


Figura 20 – Valores de médias de alfa em μV em Pz ($M = 1,29$, $N = 15$, $DP \pm 0,59$ e $M = 1,42$, $N = 15$, $DP = \pm 0,67$, análise 2).

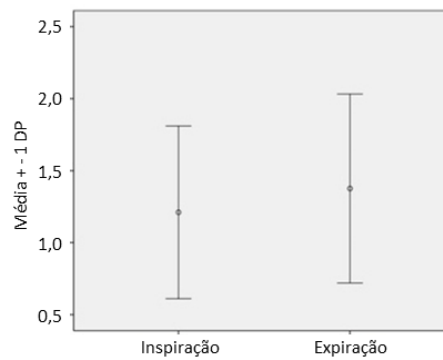


Figura 21 - Médias de valores de alfa em μV de inspiração em Pz ($M = 1,29$, $N = 15$, $DP = 0,60$ e $M = 1,43$, $N = 15$, $DP = 0,71$, Análise 1).

4. Discussão

Este estudo teve como principal objetivo verificar se variáveis contínuas do EEG (potência de diferentes faixas que o compõem) seriam moduladas pelo controle respiratório e se haveria diferenças entre as fases de inspiração e expiração e compará-las com as mesmas fases na respiração espontânea.

Partindo de Charles Darwin (1809-1882), com sua obra *A expressão das emoções no homem e nos animais* e buscando estudos mais recentes em que se utilizam técnicas avançadas de eletroencefalografia, vêm se observando alterações nas expressões faciais, corporais e respiratórias e também no Sistema Nervoso Central em tarefas de alta demanda atencional com esforço físico intenso, bem como em tarefas corriqueiras como colocar uma linha na agulha.

Como já foi dito, a respiração é uma atividade involuntária e não é percebida pelo indivíduo. As pessoas se tornam conscientes da respiração quando prestam atenção a ela. Estudos têm demonstrado que a respiração controlada traz diferenças nos estados fisiológicos e eletroencefalográficos (Chan e Devemport ,2010; Tremoureaux, Raux, Jutand e Similowski, 2010; Kim *et al.*, 2001; Takahashi *et al.*, 2004; Park e Park. 2012).

Com relação à comparação entre respiração controlada e espontânea, os achados desse trabalho corroboram os resultados dos estudos citados já que foram encontradas diferenças significativas em variáveis eletroencefalográficas entre condições de respiração, uma vez que os valores da razão teta/beta são significativamente menores na fase de inspiração da respiração controlada do que na fase da respiração espontânea nas regiões frontal e occipital, indicando estado de atenção aumentado na respiração controlada. Com relação à média da potência alfa, essa também é maior na respiração controlada, sobretudo na expiração nas regiões frontais, o que pode indicar efeito do controle respiratório.

Estudos sobre TDAH apontam para uma tendência em caracterizar o transtorno pelo aumento nos valores da razão teta/beta, ou seja, a diminuição nos valores da razão teta/beta está relacionada a um estado de atenção aumentado (Park & Park, 2012; Lansbergen, Arns, Dongen-Boomsma, Spronk & Buitelaar, 2011). Os resultados desse estudo mostram a diminuição dos valores da razão teta/beta nas regiões central e occipital relacionadas a áreas motoras e de estimulação visual durante o controle respiratório o que poderia indicar que o indivíduo sofre a influência da estimulação

visual enquanto que a diminuição dessa razão na região frontal pode ser relacionada diretamente com a atenção à respiração.

Quando comparamos inspiração e expiração dentro de cada condição, o aumento dos valores da faixa de frequência alfa é evidente na expiração nas regiões frontais e parietal, porém esse aumento também foi observado na inspiração da respiração controlada no eletrodo Pz. Também foi observado aumento da razão teta/beta na inspiração na região frontal, enquanto que essa razão diminui nas regiões central e occipital durante inspiração da respiração controlada. Esses achados corroboram os estudos de meditação com foco na respiração em que há aumento de alfa predominantemente na região frontal, mas não exclusivamente, em grupo que realizava uma tarefa de meditação comparada com grupo em que era pedido para apenas relaxarem (Kim *et al.*, 2001; Takahashi *et al.*, 2004; Park & Park 2012).

Atenção como comportamento precorrente representa uma escolha pessoal para atentar à respiração e a não responder aos diferentes estímulos presentes como no caso deste estudo. Essa decisão de atentar à respiração poderia fazer com que o indivíduo sofresse menos interferências de estímulos ambientais, sobretudo ao ambiente interno do organismo, como pensamentos e sentimentos que frequentemente são fontes de algum grau de desconforto.

Patañjali define ioga como sendo o recolhimento dos meios de expressão da mente com a finalidade de produzir integração e minimizar as perturbações e considera o controle da respiração como sendo uma etapa de preparação para a concentração. A diminuição da razão teta/beta, sobretudo nas regiões central e occipital indica que o indivíduo sofre influência dos estímulos que foram apresentados, porém o aumento de alfa durante exercício de controle respiratório sugere que o indivíduo atinge um estado de relaxamento mesmo com a estimulação visual ou outros diversos estímulos minimizando influência de eventos internos ou externos “diminuindo os meios de expressão da mente” e as aflições como afirma Patañjali nos sutras. Pfurtscheller, Stancák e Neuper (1996), relacionam a sincronização EEG dentro da faixa de frequência alfa como um correlato eletrofisiológico em áreas corticais desativadas. De acordo com os autores essas áreas não estariam “processando” informação ou sensorio-motor de saída o que poderia ser considerado como estando de repouso cortical.

Os achados deste estudo indicam que o controle respiratório resulta em um estado de alerta aumentado, porém com maior relaxamento. Esse esforço em atentar à respiração levaria ao alívio de sofrimento psicológico, já que excesso de pensamentos e

outros estímulos presentes poderiam ser ignorados, mesmo que por alguns segundos. É importante ressaltar que nossos achados corroboram resultados de outros estudos sobre diferenças entre respiração espontânea e controlada e de meditação com foco na respiração, porém não foram encontrados trabalhos que buscassem diferenças em variáveis eletroencefalográficas nas diferentes fases de respiração (inspiração e expiração) trazendo um caráter inédito a este estudo. É de fundamental importância que venham a ser realizados novos estudos sobre meditação com foco na respiração, especialmente na busca de variáveis eletroencefalográficas nas diferentes fases de inspiração e expiração.

5. Conclusão

Os achados deste estudo trazem evidências de que o controle respiratório modula variáveis eletroencefalográficas relativas à atenção, com diminuição da razão teta/beta nas regiões central e occipital, sobretudo na inspiração do controle respiratório e, por outro lado, aumento nos valores de médias de potência alfa na região frontal sempre na condição de controle respiratório. Esses resultados indicam que o esforço em manter a atenção para a respiração pode gerar um estado de alerta aumentado, porém com maior relaxamento. Portanto, como sugere Patanjali, o esforço em atentar à respiração levaria ao alívio de sofrimento psicológico, já que excesso de pensamentos e outros estímulos presentes poderiam ser ignorados, mesmo que por alguns segundos.

Os resultados desse estudo sugerem que a execução do *prāṇāyama*, bem como outros tipos de meditação com foco na respiração, são práticas indicadas na promoção da saúde psicológica, porém é de fundamental importância a realização de novos estudos sobre meditações com foco na respiração já que diferentes formas de meditação poderiam levar a diferentes resultados.

Embora existam estudos eletroencefalográficos sobre meditação com foco na respiração, é importante ressaltar que não foram encontrados estudos que buscassem variáveis eletroencefalográficas nas diferentes fases da respiração (inspiração e expiração), sendo imprescindível a continuidade nas investigações.

REFERÊNCIAS

- Anghinah, R. (2005). Análise da coerência do espectro do eletroencefalograma. *Rev Neurociencias*; 13(1):050-053,
- Barbosa, C. E. G. (1999). Os Yogasutra de Patañjali: traduzido do sânscrito e comentados por Carlos Eduardo G. Barbosa. (1. ed.) São Paulo: Recuperado em 5 de janeiro, 2016, de <http://www.centroflordelotus.com.br/ebooks/YogaSutraTradCarlosEBarbosa.pdf>.
- Basile, L. F. H., Ballester, G., Castro, C. C., & Gattaz, W. F. (2002). Multifocal slow Potential Psychophysiol. *International journal of psychophysiology*, 45 (3), 227-240. São Paulo: Elsevier.
- Basile, L. F. H., Brunetti, E. P., Pereira, J. F., Ballester, G., Amaro, E., Anghinah, R., Ribeiro, P., Piedade, R. & Gattaz, W.F. (2006). Complex slow potential generators in a simplified attention paradigm. *International journal of psychophysiology*. 61(2): 149-57.
- Catania, A. C. (1999). *Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição* (4a ed.). Porto Alegre: Artes Médicas.
- Chan, P.-Y. S. & Davenport, P. W. (2010) Respiratory related evoked potential measures of cerebral cortical respiratory information processing. *Biological psychology*. 84.1: 4-12.
- Chang, Y.-C. & Huang, S.-L. (2012). The influence of attention levels on psychophysiological responses. *International Journal of psychophysiology*. 86.1: 39-47.
- Darwin, C. (2009). *A expressão das emoções no homem e nos animais* (pp 343). São Paulo: Companhia das letras.
- De Rose, J. C. (2004). Além da Resposta Correta: Controle de Estímulos e o Raciocínio do Aluno. In Hübner, M. M. C. & Marinotti, M. (Org.) (pp 103-113.). *Análise do Comportamento para a Educação: Contribuições Recentes*. Santo André - SP: ESETec.
- Donahoe, J. W. & Palmer, D. C. (1994). *Learning and Complex Behavior*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Ferraz, G. C. & Kastrup, V. (2007). Movimentos da atenção: um diálogo com William James. *Memorandum*, 13, 61-72. Recuperado em 10 de setembro, 2015, de <http://www.fafich.ufmg.br/~memorandum/a13/ferrazkastrup01.htm>.
- Guerra, M., Falcão, M. & Moreira, A. L. (2001/02). Aula Teórico-Prática Regulação da Respiração Texto de Apoio. *Faculdade de Medicina da Universidade do Porto*. Recuperado em 24 de setembro, 2014, de <http://www.uff.br/WebQuest/downloads/RegResp.pdf>. Acesso em: 24 set. 2014.

Heinrich, H., Busch, K., studer, P., Erbe, K., Moll, G. H., & Kratz, O. (2014). EEG spectral analysis of attention in ADHD: implications for neurofeedback training? *Frontiers in Human Neuroscience*, (8, 611). Recuperado em 23 de janeiro, 2016, de <<http://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00611>>.

HORTÊNCIA ensina famosa paradinha antes da cesta. *Globo.com*. Recuperado 25 de janeiro, 2014, de <<http://g1.globo.com/globoreporter/0,,MUL1089392-16619,00-HORTENCIA+ENSINA+FAMOSA+PARADINHA+ANTES+DA+CESTA.html>>.

Kaiser, D. A. (2006). What is Quantitative EEG. *Journal of Neurotherapy*. 10(4): pp 37-52. Recuperado em 7 de novembro, 2015, de <<http://www.skiltopo.com/html/what%20is%20qeeeg%20for%20pdf.pdf>>.

Código de campo alterado

Kanda, P. A. M. (2012). *Análise de Wavelets com Máquina de Vetor de Suporte no Eletroencefalograma da Doença de Alzheimer*. Tese de Doutorado, Departamento de Neurologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Kim, Y. Y., Choi, J. M., Kim, S. Y., Park, S. K., Lee, S. H. & Lee, K. H. (2002). Changes in EEG of children during brain respiration-training. *The American journal of Chinese medicine*, 30.02n03, 405-417.

Lambertsem, C. J. (1980). The lung: physical aspects of respiration. In *Medical Physiology*. Missouri: The C. V. Mosby Company.

Lansbergen, M. M., Arns, M., Van Dongen-Boomsma, M., Spronk, D. & Buitelaar, J. K. (2010). The increase in theta/beta ratio on resting-state EEG in boys with attention-deficit/hyperactivity disorder is mediated by slow alpha peak frequency. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. Recuperado em 25 de janeiro, 2016, de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20713113>.

Lundin, R. W. (1977). *Personalidade: Uma Análise do Comportamento* (2. ed.). São Paulo: EPU.

Lopes, C. E. & Abib, J. A. (2002). Teoria da Percepção no Behaviorismo Radical. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*. Brasília, v. 18, n. 2, pp. 129-137.

Luck, S. J. (2005). An introduction to the event-related potential technique. *MIT Press*; Cambridge: MA. Recuperado em 29 de outubro, 2015, de https://biology.mit.edu/sites/default/files/Luck_chap1.pdf.

Macedo, D. R., Freitas, F.S., Nogueira, N.P., Destro, J.B. F. (2011). Análise espectral de eletroencefalografia para registros patológicos. *Horizonte Científico* 5 (1) . Recuperado em 3 de janeiro, 2016, de <http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/6358>.

Malaghini, M. C. (1999). Fisiologia da respiração-ventilação pulmonar: sistema respiratório-ventilação pulmonar. Recuperado em 13 de outubro, 2015, de <https://sites.google.com/site/fisiologiaesaudeenf/fisiologia-da-respiracao-ventilacao-pulmonar>.

Matos, M. A. (1981). *O Controle de Estímulos sobre o Comportamento*. Psicologia, 7(2), pp. 1-15.

Matos, M. & A; Tomanari, G. Y. (2002). *Análise do Comportamento no Laboratório Didático*. São Paulo: Manole.

Moreira, M. B. & Medeiros, C. A. (2007). *Princípios Básicos de Análise do Comportamento*. Porto Alegre: Artmed.

Morillas-Romero, A, Tortella-Feliu, M., Bornas, X. & Putman, P. (2015) Spontaneous EEG theta/beta ratio and delta–beta coupling in relation to attentional network functioning and self-reported attentional control. In Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience pp 598-606. Recuperado em 12 de janeiro, 2016, de <http://link.springer.com/article/10.3758%2Fs13415-015-0351-x>.

Oliveira, M.C. (2005). *Análise dos erros e acertos dos Árbitros Brasileiros de Futebol em Relação à Distância da Infração e Atenção Concentrada*. Tese de Doutorado, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Park, Y-J. & Park, Y-B. (2012). Clinical utility of paced breathing as a concentration meditation practice. *Complementary therapies in medicine*. 20(6) 393-399.

Pfurtscheller G, Stancák A Jr, Neuper C. (1996). Event-related synchronization (ERS) in the alpha band--an electrophysiological correlate of cortical idling: a review. *Int J Psychophysiol*, 24(1-2):39-46. Recuperado em 8 de março, 2016 de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8978434>.

Código de campo alterado

Putman, P., Bart, V., Arias-Garcia, E., Ioanna, P., Charlotte & van S. (2013). EEG theta/beta ratio as a potential biomarker for attentional control and resilience against deleterious effects of stress on attention. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience*. Recuperado em 13 de janeiro, 2016, de <http://link.springer.com/article/10.3758%2Fs13415-013-0238-7>.

Código de campo alterado

Rivero, B., Salomón, D. (2011). Biofísica de las ciencias de la salud. *Editorial Oriente*. Recuperado em 16 de outubro, 2015 de <http://hdl.handle.net/123456789/110>.

Sério, T. M. A.; Andery, M. A.; Gioia, P. S. & Michelett, N. (2004). *Controle de estímulos e comportamento operante: uma (nova) introdução* (2. ed.). São Paulo: EDUC.

Schultz, D. & Schultz, S. (1992). *História da Psicologia Moderna* (5. ed.).(Sobral, A. & Gonçalves, M., Trad.). São Paulo: Cultrix.

Skinner, B.F. (1985). *Ciência e comportamento humano* (6. ed.). São Paulo: Martins Fontes.

Snyder, S. M. & Hall, J. R. (2006). A meta-analysis of quantitative EEG power associated with attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Neurophysiology: official publication of the American Electroencephalographic Society*, 23(5):440-55. Recuperado em 30 de novembro, 2015, de

<http://www.epistemonikos.org/pt/documents/66f5c1bb54d561c23e9cce3f840c96fccf26ead>.

Souza, F. (2010). *Análise de Sinais - Notas em sinais e sistemas* (4. ed). Recuperado em 3 de janeiro, 2016, de http://webx.ubi.pt/~felippe/main_pgs/mat_didp.htm.

Strapasson, B. A. & Dittrich, A. (2008). O Conceito de “Prestar Atenção” para Skinner. *Revista Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 24 (4), 519-526.

Takahashi, T., Murata, T., Hamada, T., Omori, M., Kosaka, H., Kikuchi, M., Yoshida, H. & Wada, Y. (2005). Changes in EEG and autonomic nervous activity during meditation and their association with personality traits. *International Journal of Psychophysiology*. 55.2: 199-207.

Tomanari, G. Y. (1995). *Contingências Determinantes da Resposta de Observação*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Tortella-Feliu, M., Morillas-Romero, A., Balle, M., Llabrés, A., Bornas, X. & Putman, P. (2014). Spontaneous EEG activity and spontaneous emotion regulation. *Int: J Psychophysiol*, 94(3):365-72. Epub 2014 Sep 16. Recuperado em 15 de novembro, 2015, de <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-25860658>.

Turner, M. (1971). Bases de encefalografia clínica. *Biblioteca de Psiquiatria, Psicopatologia y Psicomatica*. Buenos Aires: Paidós

Woodman, G. F. (2010). A Brief Introduction to the Use of Event-Related Potentials (ERPs), Studies of Perception and Attention. In *Attention, Perception & Psychophysics*. Recuperado em 17 de outubro, 2015 de <http://doi.org/10.3758/APP.72.8.2031>.

Código de campo alterado

Código de campo alterado

Código de campo alterado

Código de campo alterado

Código de campo alterado

Código de campo alterado

Código de campo alterado

APÊNDICE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu, _____ consinto de minha livre e espontânea vontade, em participar da pesquisa sobre **“A participação da respiração sobre a atenção e seus correlatos eletrofisiológicos”**, sob a responsabilidade dos pesquisadores Mirna Delposo Lozano, aluna do Mestrado no Programa de Pós Graduação em Psicologia da Saúde e do Prof. Dr. Luis Fernando Hindi Basile da Universidade Metodista de São Paulo (UMESP). Estou ciente que o objetivo do estudo é estudar as variações elétricas e respiratórias, captadas por eletroencefalografia, que ocorrem quando prestamos atenção em algo e estudar como a respiração participa do comportamento de atentar. Bem como estou ciente que os riscos estão minimamente reduzidos por se tratar de um método não invasivo, ou seja, deverei aguardar a colocação de uma touca com eletrodos e aplicação de pequena quantidade de solução salina em cada eletrodo, sendo uma substância que não causa nenhum dano. Depois da preparação realizarei as tarefas de atenção e respiração enquanto os dados serão registrados em aparelho de eletroencefalograma (EEG) que poderá durar de quarenta e cinco minutos à uma hora. O risco desta pesquisa é mínimo, existe apenas a possibilidade de cansaço para algumas pessoas.

Estou ciente também que, para que estes objetivos sejam atingidos é necessário que o participante:

- a) aguarde a colocação da touca de eletroencefalograma e da solução salina em cada eletrodo
- a) execute as tarefas de atenção no computador conforme solicitado.

Enquanto participante declaro estar ciente de que:

- a) poderei interromper/desistir de minha participação a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo.
- b) não precisarei pagar ou gastar nenhuma quantia monetária em nenhum momento da pesquisa, pois todos os custos com os materiais para a execução da pesquisa ficarão a cargo do pesquisador.
- c) durante a colocação da touca de eletroencefalograma e a execução das tarefas no computador, poderá ocorrer cansaço físico, mental e/ou reação emocional. Caso isso ocorra, o participante poderá interromper a qualquer momento e desistir, independentemente do motivo, sem sofrer dano algum e se necessário contará com o apoio emocional por parte do pesquisador.
- d) trata-se de uma pesquisa que respeita a integridade do participante, não acarretando em riscos previsíveis para sua saúde, ou seja, os riscos envolvidos são mínimos.

No caso de alguma ocorrência que traga dano decorrente da participação na pesquisa, estou ciente de que terei direito a uma indenização, conforme estabelecido na Resolução 466/12.

Sei que se for recomendado, necessário ou de meu interesse, poderei contar com o atendimento psicológico na Policlínica da Universidade Metodista de São Paulo pelos pesquisadores responsáveis.

Estou ciente de que tenho assegurado que minha privacidade será totalmente preservada e as informações permanecerão em sigilo, não sendo divulgado em nenhum momento o meu nome e/ou outros dados que possam me identificar.

Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas, em qualquer momento. O pesquisador principal é o Prof. Luis Fernando Hindo Basile, que pode ser encontrado no seguinte endereço no Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Saúde - Universidade Metodista de São Paulo – Campus Planalto, na Av. Dom Jaime de Barros Câmara, 9º andar, São Bernardo do Campo, SP, CEP 09895-400, Telefone: 4366-5351, como também com o pesquisador executante Mirna Delposo Lozano no mesmo endereço, telefone: 4366-5351.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UMESP) – Rua do Sacramento, 231 – Ed. Capa sala 401- Telefone: 4366-5814 – E-mail: cometica@metodista.br.

Este documento será assinado em duas vias, sendo que uma permanecerá em meu poder e outra com o pesquisador responsável.

São Bernardo do Campo, ____/____/ 2015.

Assinatura do participante: _____

RG: _____

Pesquisador Executante

Pesquisador Responsável