

ANÁLISE DO MÉTODO DE NEUROMODULAÇÃO PARA DIMINUIÇÃO DE ANSIEDADE E FADIGA VISUAL EM OPERADORES DE SALA DE CONTRÔLE

ANALYSIS OF THE NEUROMODULATION METHOD FOR REDUCING ANXIETY AND VISUAL FATIGUE IN CONTROL ROOM OPERATORS

José Ronaldo Veronesi Junior ^{1*}, Denise Napolitano Alegrette ², Regiane Maria Martins ³, Rita Caroline de Castro ⁴, Luciclei Ariana Peixoto Pereira ⁵

^{1*} [IEDUV, Instituto Educacional Veronesi, Vitória-ES, Brasil](mailto:veronesi@ieduv.com.br), ² ³ ⁴ ⁵ Suzano S.A., Limeira-SP, Brasil

^{1*} veronesi@ieduv.com.br, ² denisea@suzano.com.br, ³ regianemm@suzano.com.br, ⁴ ritacastro@suzano.com.br, ⁵ lucicleip@suzano.com.br

*Autor Correspondente: Junior, J. R. V.

RESUMO: **Introdução:** Carga mental de trabalho é quando o ambiente de trabalho apresenta aspectos como excesso de informação, trabalho contínuo com input de dados, fadiga e monotonia. As ondas beta estão relacionadas com a atenção, concentração, ansiedade e estresse relacionada ao input de informações cognitivas dadas pelo trabalho. **Objetivos:** Avaliar a eficácia de um método de relaxamento com o uso de massas terapêuticas, associado a exercícios oculares e musicoterapia por ondas binaurais em trabalhadores de sala de controle. **Métodos:** O presente estudo foi do tipo experimental, aleatorizado e transversal, com 6 trabalhadores de sala de controle, foram realizadas 4 medidas das ondas cerebrais por 30 segundos antes e no fim da jornada em todos os trabalhadores, foi realizado o teste de Stroop no início e fim nos quatro dias de coletas, foi aplicado o questionário de ansiedade HAD no início do primeiro dia e no fim do último dia. Os trabalhadores foram orientados a sempre que lembrar apertar a massa terapêutica, inalar a fragrância de óleos essenciais, associado a exercícios oculares e neuromodulação com ondas binaurais. **Resultados:** O teste de Stroop mostrou que todos os trabalhadores reduziram o tempo de reação, e reduziu os erros em todos, o questionário de ansiedade mostrou mudança de classificação em dois trabalhadores com redução, e as ondas beta tiveram redução em todos os trabalhadores com significância estatística. **Considerações finais:** O presente estudo mostrou que o método de relaxamento quando utilizado em vários momentos no dia gera redução de ansiedade e relaxamento visual, diminuindo a fadiga visual.

PALAVRAS CHAVE: Carga mental; ondas binaurais; massas terapêuticas.

ABSTRACT: Introduction: Mental workload occurs when the work environment presents aspects such as information overload, continuous work with data input, fatigue, and monotony. Beta waves are related to attention, concentration, anxiety, and stress associated with cognitive information input from work. **Objectives:** To evaluate the effectiveness of a

relaxation method using therapeutic massage combined with eye exercises and binaural beat music therapy in control room workers. **Methods:** This was an experimental, randomized, cross-sectional study with 6 control room workers. Four brainwave measurements were taken for 30 seconds before and at the end of the workday for all workers. The Stroop test was performed at the beginning and end of each of the four data collection days. The HAD anxiety questionnaire was applied at the beginning of the first day and at the end of the last day. Workers were instructed to squeeze the therapeutic massage whenever they remembered, inhale the fragrance of essential oils, and perform eye exercises and neuromodulation with binaural beats. **Results:** The Stroop test showed that all workers reduced their reaction time and errors. The anxiety questionnaire showed a change in classification in two workers with a reduction in anxiety, and beta waves showed a statistically significant reduction in all workers. **Final Considerations:** This study demonstrated that the relaxation method, when used at various times throughout the day, reduces anxiety and promotes visual relaxation, thereby decreasing visual fatigue.

KEYWORDS: Mental workload; binaural beats; therapeutic masses.

1. INTRODUÇÃO

O estresse e a ansiedade estão presentes atualmente nos ambientes de trabalho, em especial nos ambientes laborais em salas de controle industrial, onde a demanda de trabalho associada à grande demanda mental para atenção, concentração e tomada de decisão estão presentes o tempo todo. Associado a essa carga mental nas atividades de controle de operações em sala de controle apresenta constantemente ruídos e a necessidade do uso contínuo de visualização de telas de controle.

Devido a essa grande demanda cognitiva e psicossocial o governo federal do Brasil publicou a Norma Regulamentadora de número 1, o item 1.5.4.4.5.3 que diz o seguinte: para a probabilidade de ocorrência das lesões ou agravos à saúde decorrentes de fatores ergonômicos, incluindo os fatores de riscos psicossociais relacionados ao trabalho, a avaliação de risco deve considerar as exigências da atividade de trabalho e a eficácia das medidas de prevenção implementadas. Desta forma as empresas e organizações têm que fazer análises sobre fatores psicossociais relacionados ao trabalho avaliando fatores de risco como estresse e ansiedade no trabalho e devem adotar um plano de ações de controle e mitigação destes riscos.

A ISO 45001:2018 estabelece requisitos para um sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional (SSO), e a ISO 45003:2021 destaca a importância de gerenciar riscos psicossociais, como estresse, assédio e outras condições que podem afetar o bem-estar psicológico. A norma enfatiza a necessidade de integrar essas práticas ao sistema de

gestão de SSO existente, reconhecendo que a saúde psicológica é tão crucial quanto a física para o desempenho e a sustentabilidade organizacional.

O presente trabalho possui sua originalidade ao analisar a combinação de técnicas como neuromodulação por meio de ondas binaurais e estímulo proprioceptivos pelo uso de massas terapêuticas e exercícios oculares na diminuição da ansiedade e do estresse em trabalhadores.

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficácia de um método de neuromodulação com o uso de massas terapêuticas, associado a exercícios oculares e musicoterapia por ondas binaurais em trabalhadores de sala de controle.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo a ISO 10075, carga mental de trabalho é quando o ambiente de trabalho apresenta aspectos como excesso de informação, trabalho contínuo com *input* de dados, fadiga e monotonia, o que pode gerar a fadiga visual, e a fadiga visual é uma consequência comum em operadores de sala de controle (CORREA, 2003). A carga mental é um fator chave que influencia a ocorrência de erro humano, em particular, carga mental no trabalho excessivamente alta pode levar os operadores a negligenciar informações críticas podendo gerar estresse (DURANTIN, 2014).

O estudo de Tanaka (2016) demonstrou que a execução de uma tarefa contínua de indução de fadiga mental causa alterações na ativação do córtex pré-frontal e se manifesta com um aumento do poder da frequência da onda *beta* nesta área do cérebro. O estudo de Chen (2010) mostrou que atividade de cálculo altera a frequência das ondas cerebrais, aumentando assim a carga mental, uma condição inerente à atividade de operador de sala de controle. A modulação das oscilações das ondas *beta* pelo exame de eletroencefalograma em seres humanos tem sido observada principalmente quando os indivíduos realizam tarefas cognitivas que requerem interação sensório motora, condições estas encontradas na atividade de operador de sala de controle (HERRMANN, 2015). Segundo estudos de Santos (2017) as ondas *beta* estão relacionadas diretamente com o estado de vigia, com a atenção e concentração, ansiedade e estresse, condições fisiológicas diretamente relacionadas ao *input* de informações cognitivas dadas em situações encontradas na atividade de sala de controle. A pressão temporal é uma condição natural da atividade de operador de sala de controle, estudo de Simonetti (2010) relacionou a onda *beta* com o estado de ansiedade, uma situação que pode estar diretamente

relacionada à carga mental, em especial em situação temporal para cumprimento de prazos.

Estudos vêm sendo realizados com a ferramenta *Stroop Smartphone Application* para avaliar a flexibilidade mental do indivíduo (MACHADO, 2022). Segundo estudos de Espírito Santo (2015), o teste de medida da atenção seletiva de acordo com o paradigma Stroop avalia a atenção seletiva (capacidade de inibir informações irrelevantes), inibição (capacidade de suprimir uma tendência de resposta comportamental), flexibilidade cognitiva, velocidade de processamento, inteligência fluida e sistema semântico.

Segundo estudos de Kühlmann (2018), as intervenções musicais reduzem significativamente a ansiedade e a dor em pacientes adultos. Já os estudos de Kakar (2021) mostraram que a musicoterapia reduz de forma significativa a ansiedade em pacientes pós operatório cardíaco. Estes estudos mostram que a musicoterapia tem poder na redução da ansiedade do ser humano. Estudo de Witte (2022) revisão sistemática mostrou que a musicoterapia tem sido cada vez mais utilizada como intervenção para redução do estresse em contextos médicos e de saúde mental. A musicoterapia caracteriza-se por intervenções musicais personalizadas, e as ondas binaurais se demonstram com excelentes efeitos para a redução do estresse. Estudo de Bradt (2013) mostrou que ouvir música pode ter um efeito benéfico na pressão arterial sistólica, frequência cardíaca, frequência respiratória, qualidade do sono e dor em pessoas.

Estudos de Abraha (2017) utilizaram intervenções de estimulação sensorial que abrangeram: aromaterapia, massagem/terapia do toque, como o uso de massas terapêuticas, terapia da luz, jardim sensorial, musicoterapia e terapia de estimulação multissensorial como formas para tratar as condições comportamentais como a ansiedade.

A revisão sistemática de Jun (2021) mostrou que recursos não farmacológicos como aromaterapia e musicoterapia, dentre outros tem influência positiva no relaxamento e na qualidade do sono.

A musicoterapia combinada com aromaterapia demonstrou eficácia superior à de outras intervenções não farmacológicas na redução da ansiedade em adultos (MA, 2024).

Níveis elevados de ansiedade podem aumentar a percepção da dor, reduzir a tolerância ao procedimento e impactar negativamente a satisfação do paciente. Diante disso, intervenções não farmacológicas, como a musicoterapia e a aromaterapia, têm sido exploradas como alternativas ou complementos aos ansiolíticos farmacológicos. Estudos

de Martinez (2025) evidenciaram fortes evidências na diminuição da ansiedade com o uso de musicoterapia associado a aromaterapia em adultos.

Estudos de Veiga (2025) mostrou que as massas Calm Therapy configuram-se como uma ferramenta integradora promissora, ao combinar os efeitos hemodinâmicos do treino de prensão manual com o manejo do estresse e da ansiedade. O estudo de Veiga conclui que existe um grande potencial terapêutico das massas para o treino de prensão, atuando de forma integrada na redução da PA e no controle da ansiedade e do estresse.

3. METODOLOGIA

O presente estudo foi do tipo experimental, aleatorizado e transversal, e foi realizado com 6 trabalhadores (o que representa 20% da população total de operadores, que são 5 turmas com 6 operadores e 100% da equipe) todos do sexo masculino que trabalham em sala de controle.

Como critério de inclusão, tivemos: trabalhadores ativos e que não tinham nenhum item de exclusão. Como critério de exclusão, tivemos: trabalhadores que sentiram alguma dor ou afastamento nos últimos 30 dias.

O estudo teve aprovação do comitê de ética em pesquisa da UNICID (Protocolo: 13010819.0.0000.0064). Este estudo faz parte do estágio pós-doutoral do autor, com colaboração do grupo de estudo em Saúde do Trabalhador da UNICID. Os participantes da pesquisa foram informados sobre os objetivos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

O presente estudo foi dado com os trabalhadores da sala de controle de painéis, onde foi avaliado da seguinte forma.

As coletas de dados foram realizadas em 4 dias da semana (segunda a quinta) sempre no início da atividade e no fim de cada turno.

Foi realizado os seguintes métodos para alcançar os objetivos específicos propostos: Mensuração das ondas cerebrais por meio de eletroencefalografia; Avaliar o nível de ansiedade por meio da escala HAD; Avaliação do nível de ansiedade e depressão desenvolvido na Unesp; Avaliar o tempo de resposta e a taxa de erros pelo teste de Stroop; Avaliar a usabilidade e experiência do usuário por um teste de usabilidade.

Foi utilizado um equipamento de eletroencefalografia da marca MUSE, onde foram seguidas as orientações do fabricante para colocação nos trabalhadores, o tempo de coleta foi de 30 segundos, durante o qual os trabalhadores ficaram com os olhos fechados e

relaxados, foram realizadas 4 coletas para cada trabalhador, essas coletas eram feitas sempre no início e no fim da jornada. Foi utilizado o aplicativo Mind Monitor para fazer a interface com o equipamento MUSE e para gerar os gráficos com os resultados. Esse método foi realizado para alcançar os objetivos específicos sobre: Medir e comparar as ondas cerebrais dos trabalhadores antes e depois da aplicação do método proposto neste estudo.

Em seguida foi realizado o teste Stroop, para medir o nível de atenção concentrada dos trabalhadores, bem como o tempo de reação, onde os trabalhadores responderam questões congruentes e incongruentes do teste de Stroop. Esse teste foi realizado sempre no início e no fim da jornada, para alcançar os objetivos específicos sobre: analisar a carga mental por meio da resposta de atenção concentrada, analisando tanto a velocidade de resposta quanto a taxa de erros.

Foi aplicado o questionário de ansiedade pela escala HAD antes do início das análises e no fim das análises (ZIGMOND, 1995). Esse método foi realizado para avaliar o nível de ansiedade dos trabalhadores e se os métodos de relaxamento propostos foram suficientes para alcançar os resultados esperados. Os trabalhadores foram orientados a responder a escala no primeiro e no último dia do estudo respondendo a sua opinião daquele momento.

Foi aplicado um questionário de usabilidade e experiência do usuário sobre o método de relaxamento proposto neste estudo.

Para o presente estudo, foi utilizado um método combinado com: o uso de uma massa terapêutica da marca Dr. Bhorest, chamada Calm Therapy, que tem densidade baixa e aromas relaxantes por ter óleos essenciais de citrus latifolia (limão tahiti) e lavandula hybrida grosso (lavanda), a prática de exercícios oculares de relaxamento muscular (com os olhos fechados, apertar e relaxar a musculatura dos olhos de forma ativa) e o uso de ondas binaurais para relaxamento. Todos os trabalhadores foram orientados quanto aos métodos que foram os seguintes: Sempre que possível, o trabalhador pegava o fone de ouvido e conectava no seu aplicativo de música de ondas binaurais para relaxamento, associado, ele pegava a massa terapêutica, fechava os olhos e ficava apertando a massa com ambas as mãos alternando e inalando o aroma dos óleos essenciais, com os olhos fechados fazendo o apertamento e relaxamento dos olhos, sendo realizado em tempos variados entre 30 segundos e 1 minuto repetindo várias vezes no turno. Os trabalhadores também foram instruídos a se sentirem confortáveis e, se necessário, pegar somente a

massa terapêutica e ficar modelando, apertando e inalando os óleos essenciais enquanto trabalhavam mesmo com os olhos abertos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os seis trabalhadores tinham idade variando entre 39 a 61 anos de idade, com média de 49 anos.

Resultados do teste de Stroop:

Quanto aos resultados do tempo de resposta e taxa de erro analisados pelo teste de Stroop tivemos os seguintes dados representados pela tabela abaixo.

Quadro 1 - Resultados do tempo de resposta do teste de Stroop.

Trabalhador	Tempo em segundo antes	Tempo em segundo depois	Diferença
1	2,98	1,52	1,46
2	2,03	1,07	0,96
3	1,77	1,33	0,44
4	4,26	1,88	2,38
5	2,64	1,32	1,32
6	2,25	1,13	1,12
Média	2,655	1,375	1,28

Fonte: Autores, 2025

Conforme ilustrado acima, todos os trabalhadores tiveram uma redução no tempo de resposta pelo teste de Stroop, tendo um tempo médio de 1,28 segundos mais rápido de respostas depois da aplicação dos métodos de relaxamento por meio de neuromodulação com as massas terapêuticas e ondas binaurais associado a exercícios de relaxamento ocular.

A seguir a tabela mostra uma redução representativa na taxa de erros das respostas do teste de Stroop, onde antes do método proposto os trabalhadores tiveram 15 erros, sendo que 3 (50%) dos trabalhadores erraram e depois da aplicação dos métodos a taxa reduziu para um erro de apenas um trabalhador (16%).

Quadro 2 - Resultados da taxa de erro do teste de Stroop.

Trabalhador	Quantidade de erros antes	Quantidade de erros depois
1	6	0
2	0	0
3	1	0
4	8	1
5	0	0
6	0	0
Total	15	1

Fonte: Autores, 2025

Como ilustrado acima, houve uma redução de 14 erros depois da aplicação dos métodos propostos neste estudo de neuromodulação, uso da massa terapêutica e das ondas binaurais, associado a relaxamento oculares. Segundo estudos de Córdova o uso teste de Stroop computadorizado é um instrumento útil para investigações com objetivo de avaliar a atenção seletiva associada ao estresse psicológico agudo e carga mental (Córdova, 2008). Segundo estudos de Espírito Santo (2015) o teste da atenção seletiva de acordo com o paradigma Stroop avalia a flexibilidade cognitiva, velocidade de processamento, inteligência fluida e sistema semântico. O que mostra que quando se tem carga mental ocorre um retardo no sistema semântico gerando um aumento do tempo de resposta e aumentando a taxa de erros, com isso o presente estudo mostrou que os métodos de relaxamento geram uma redução da carga mental o que ocasionou na diminuição do tempo de resposta e da taxa de erros.

Resultados da avaliação de ansiedade - escala HAD:

Os resultados da escala HAD para avaliar o nível de ansiedade tem três categorias de conclusão (possível ansiedade e estresse, provável e improvável ansiedade e estresse).

O resultado do primeiro dia mostrou que 2 trabalhadores apresentaram uma conclusão de possível (score alto) nível de ansiedade e 4 trabalhadores apresentaram improvável (score baixo) nível de ansiedade. No último dia, um trabalhador que apresentou provável (score alto) mudou para possível (score médio) e o outro provável (score alto) mudou para improvável (score baixo), um mudou de improvável (score baixo) para possível e os outros três mantiveram em improvável (score baixo) sendo que dois deles o score final caiu, mas manteve a mesma classificação, como ilustra a tabela abaixo.

Quadro 3 - Resultados da escala de HAD de ansiedade.

Trabalhador	Pontuação antes	Conclusão	Pontuação depois	Conclusão
1	12	provável	8	possível
2	5	improvável	6	improvável
3	12	provável	6	improvável
4	7	improvável	8	possível
5	4	improvável	3	improvável
6	5	improvável	3	improvável

Fonte: Autores, 2025

Resultados da mensuração das ondas cerebrais pela eletroencefalografia:

Quando analisamos os resultados das ondas cerebrais de cada trabalhador antes e depois do método proposto neste estudo de neuromodulação, uso da massa terapêutica e das ondas binaurais, associado a relaxamento oculares, tivemos os seguintes resultados listados no quadro abaixo:

Quadro 4 - Resultados da eletroencefalografia com a comparação dos valores das ondas cerebrais no fim e no início de cada dia para cada trabalhador, os resultados em verde representam um percentual de diferença onde os resultados depois do método diminuíram e os valores em azul ilustra o percentual onde o resultado aumentou.

Trabalhadores	DELTA	THETA	ALPHA	BETA	GAMA
Trab. 1 antes	62,36111111	59	79,47222222	65,83333333	78,33333333
Trab. 2 depois	58,29166667	59,10416667	78,83333333	61,4375	62,77083333
Diferença	-4,06944444	0,10416666	-0,63888889	-4,39583333	-15,5625
Percentual do trab.	6,414253898	0,1694915254	0,7927298148	6,66835443	19,86382979
Trab. 2 antes	69,30769231	59,70833333	82,60416667	69,33333333	61,25
Trab. 2 depois	58,76923077	56	77,20833333	62,75	48
Diferença	-10,53846154	-3,70833333	-5,39583333	-6,58333333	-13,25
Percentual do trab.	15,19311876	6,196789951	6,525094578	9,490384615	21,63265306
Trab. 3 antes	78,72916667	68,64583333	78,22916667	68,4375	65,89583333
Trab. 3 depois	72,5	60,625	72,41666667	63,27083333	58,375
Diferença	-6,22916667	-8,02083333	-5,8125	-5,16666667	-7,52083333
Percentual do trab.	7,900502779	11,6831563	8,02301496	7,539726027	11,41195068
Trab. 4 antes	78,64583333	69,54166667	79,64583333	65,85416667	60
Trab. 4 depois	72,5	67,33333333	79,16666667	66,08333333	61,91666667
Diferença	-6,14583333	-2,20833333	-0,47916667	0,22916667	1,91666667
Percentual do trab.	7,807152318	3,163571001	0,5901124771	0,3340714964	3,183333333
Trab. 5 antes	62,58333333	62,3125	88,52083333	65,6875	49,08333333
Trab. 5 depois	58,45833333	61,35416667	88,22916667	64,72916667	46
Diferença	-4,125	-0,95833333	-0,29166667	-0,95833333	-3,08333333
Percentual do trab.	6,631158455	1,524573721	0,3276064956	1,446241675	6,275042445
Trab. 6 antes	85,47916667	73,41666667	83,5625	66,89583333	48,35416667
Trab. 6 depois	84,58333333	78,66666667	86,25	71,33333333	55,25
Diferença	-0,89583333	5,25	2,6875	4,4375	6,89583333
Percentual do trab.	1,041189374	7,150964813	3,207180254	6,622236064	14,16630763
Percentual total	7,49789593	4,981424551	3,244289763	5,350169051	12,75551949

Fonte: Autores, 2025

Quando analisamos os dados do quadro acima, todas as ondas tiveram uma redução no fim do turno em relação ao início.

Quando analisada a média de todos os trabalhadores, a onda Delta teve uma redução de 7,49%, a onda delta segundo estudos de Hermann (2015) está relacionado ao sono profundo, mas pode estar atrelado a atender a estímulo que requer atenção. O que mostra que no início do turno os trabalhadores estão mais sonolentos e no fim do turno estão mais ativos, mostra também que os trabalhadores tiveram uma carga mental menor para estímulos que requer atenção, uma vez que as ondas caíram no fim do turno. Esses resultados têm algumas hipóteses: a primeira é que os trabalhadores no fim do turno receberam vários estímulos constantes o que justifica a redução da onda do sono, ou seja estão mais alertas, isso também justifica a atenção requerida diminuir também, pois no início os trabalhadores estão mais sonolentos e precisam de mais atenção.

A onda Theta teve redução de 4,98%, a onda theta são ondas relacionadas à memória de longo prazo, e estresse emocional (ASTRAND (2018); HERRMANN (2015)). As ondas theta podem ser relacionadas ao relaxamento profundo e à transição para o sono, assim como um mecanismo de sincronização para funções cognitivas complexas e memória (BUZSÁKI, 2006). Essa redução da onda theta pode ter as seguintes hipóteses, a primeira é que os trabalhadores com o passar do tempo de jornada passam a ser mais resilientes e diminui o estresse emocional, a outra hipótese é que os métodos de relaxamento com o uso da massa terapêutica, os exercícios dos olhos e a estimulação por ondas binaurais diminuiram o estresse emocional para os trabalhadores.

A onda Alpha teve redução de 3,24%, esta onda é correlacionada com o estado de relaxamento mental (NED, 2016). Este resultado mostra que no fim do turno os trabalhadores estão menos relaxados e mais cansados, uma hipótese esperada para qualquer atividade laboral.

A onda Beta teve redução de 5,35%, esta onda está associada ao estado de vigília onde a pessoa está concentrada em alguma atividade mental específica, está relacionada também com atenção, concentração, atividade cognitiva, está relacionada com ansiedade e estresse. Este resultado tem a seguinte hipótese, que os métodos de relaxamento com o uso da massa terapêutica, os exercícios dos olhos e a estimulação por ondas binaurais diminuiram a ansiedade, o estresse e o estado de carga mental.

A onda gama teve redução de 12,75% esta onda é correlacionada ao processamento de estímulos visuais, táteis e auditivos, principalmente pela reação visual (NED, 2016). Este resultado tem a seguinte hipótese, que os métodos de relaxamento com o uso da massa

terapêutica, os exercícios dos olhos e a estimulação por ondas binaurais diminuíram a exigência visual que é inerente à atividade de controle de telas.

Com relação às ondas cerebrais, o presente estudo apresentou significância estatística $p < 0,05$ pelo teste T de Student quando analisados todos os dados de todos os trabalhadores de todas as medidas iniciais e finais, para as ondas Delta e Beta que estão relacionadas a ansiedade, carga mental e estresse como ilustra o quadro abaixo.

Quadro 5 - Resultados dos testes T de Student para significância estatística entre os resultados encontrados no início e fim de cada dia coletado, os resultados em verde representam as ondas dos trabalhadores que apresentaram significância estatística onde o $p < 0,5$ e em amarelo a significância estatística foi $p < 0,10$.

Teste T Student	DELTA	THETA	ALPHA	BETA	GAMA
Trab. 1	0,02618441436	0,2276233052	0,3697063775	0,3574444685	0,4840118392
Trab. 2	0,02844742468	0,00936460373	0,002653582570	0,0006307435014	0,5279812569
Trab. 3	0,2825122922	0,06886819421	0,08994023797	0,03812124806	0,08680119494
Trab. 4	0,1349591228	0,5159726689	0,8638713557	0,9421109151	0,753168442
Trab. 5	0,6066339082	0,8361009215	0,903299201	0,4341529208	0,2550187597
Trab. 6	0,865180461	0,4885117249	0,5550691668	0,2921985262	0,1094421565
Teste T de todos	0,03853843775	0,1909493116	0,1270059312	0,05394034019	0,2966674055

Fonte: Autores, 2025

O quadro acima ilustra que o trabalhador 1 apresentou significância estatística $p < 0,05$ para a onda Delta onde esta teve uma redução de 6,41% no fim da jornada em relação ao início. O trabalhador 2 apresentou significância estatística $p < 0,05$ em quatro das cinco ondas, as ondas delta (15,19%), theta (6,19%), alpha (6,5%) e beta (9,4%), o trabalhador 3 apresentou significância estatística em quatro ondas sendo a onda Beta (7,53%) a significância foi $P < 0,05$ e as ondas theta (11,6%), alpha (8%) e gama (11,4%) apresentaram significância $P < 0,10$.

Resultados do questionário de usabilidade e experiência do usuário sobre os métodos de relaxamento

Para avaliar a usabilidade e a experiência do usuário sobre os métodos de relaxamento foi aplicado um questionário citado e demonstrado nos métodos acima e que apresentou os seguintes resultados:

Foi perguntado para os trabalhadores se eles gostaram de usar a massa terapêutica, 83,3% gostaram e 16,7% (1 trabalhador) respondeu que gostou muito.

Depois foi perguntado aos trabalhadores se eles achavam que a massinha ajudou no seu relaxamento, 66,7% responderam que ajudou, 16,7% (1 trabalhador) respondeu mais ou menos e 16,7% (1 trabalhador) respondeu pouco.

Foi perguntado aos trabalhadores se a massa terapêutica atrapalhou no seu trabalho, e 100% dos trabalhadores responderam que não.

Foi perguntado se os trabalhadores lembraram de usar a massa terapêutica durante o seu turno, 50% relataram que lembrou quase o tempo todo, 16,7% (1 trabalhador) relatou que lembrou o tempo todo, 16,7% (1 trabalhador) lembrou pouco, 16,7% (1 trabalhador) respondeu que lembrou às vezes.

Depois foi perguntado se os trabalhadores conseguiram escutar a música orientada quando apertava a massa terapêutica, 33,3% responderam, que escutou as vezes, 16,7% (1 trabalhador) escutou quase todas as vezes, 16,7% (1 trabalhador) escutou pouco e 16,7% (1 trabalhador) relatou que não escutou.

Foi perguntado se o trabalhador conseguiu fechar os olhos e apertar os olhos quando apertava a massa terapêutica, 50% relataram que conseguiram um pouco, 33,3% relataram que conseguiram quase todo o tempo e 16,7% (1 trabalhador) relatou que conseguiu mais ou menos.

Foi perguntado se o trabalhador se sentiu descansado depois que fez os testes com os olhos fechados, 83,3% dos trabalhadores responderam que sim se sentiu descansado e 16,7% (1 trabalhador) relatou que sentiu mais ou menos.

As ondas Beta e gama tiveram redução em todos os trabalhadores sendo que três dos 6 trabalhadores (50%) obtiveram uma maior redução. Essa redução pode ser justificada quando analisamos o questionário de usabilidade onde 4 trabalhadores (67,7%) conseguiram lembrar de usar a massinha, de fechar os olhos e de escutar a música binaurais para relaxamento, ou seja aplicaram o método de forma completa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo mostrou que o método de neuromodulação por meio de ondas binaurais e o uso de estímulos proprioceptivos manuais, sensitivos com o uso de massas terapêuticas, associado a relaxamento muscular ocular mostrou que quando utilizadas em vários momentos durante o dia gera a redução de ansiedade e relaxamento visual, diminuindo a fadiga visual. Os resultados mostraram também que para atingir a redução de

ansiedade e relaxamento visual tem que realizar o método completo e conjugado, onde os trabalhadores que não utilizaram o método não apresentaram os resultados.

O presente estudo apresentou como limitações a quantidade de tempo de coleta, pois retirar os trabalhadores do seu posto de trabalho durante as exigências diárias inerentes ao cargo é complexo e foi uma limitação, bem como a adesão de mais trabalhadores de outras turmas ao estudo.

Desta forma o presente estudo sugere que se aplique o princípio da ciência que é ter mais estudos referente aos métodos com uma população maior e com maior tempo de coleta a fim de trazer confirmar e gerar robustez aos resultados encontrados.

REFERÊNCIAS

Abraha I, Rimland JM, Trotta FM, Dell'Aquila G, Cruz-Jentoft A, Petrovic M, Gudmundsson A, Soiza R, O'Mahony D, Guaita A, Cherubini A. Systematic review of systematic reviews of non-pharmacological interventions to treat behavioural disturbances in older patients with dementia. The SENATOR-OnTop series. *BMJ Open*. 2017 Mar 16;7(3):e012759. doi: 10.1136/bmjopen-2016-012759. Erratum in: *BMJ Open*. 2017 Jul 17;7(7): e012759corr1. doi: 10.1136/bmjopen-2016-012759corr1. PMID: 28302633; PMCID: PMC5372076.

Astrand, E. ET AL. A continuous time-resolved measure decoded from EEG oscillatory activity predicts working memory task performance. *J. Neural Eng*. 2018. in press.

Bradt J, Dileo C, Potvin N. Music for stress and anxiety reduction in coronary heart disease patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Dec 28;2013(12):CD006577. doi: 10.1002/14651858.CD006577.pub3. PMID: 24374731; PMCID: PMC8454043.

Buzsáki, G. (2006). *Rhythms of the brain*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195301069.001.0001>.

Chen Z, Zou S, Zhao L. A study of impact on human brain by mental calculation based on principal components analysis. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi* 2010;27(5):1008-10.

Córdova, C.; Karnikowski M. G. O.; Pandossi, J. E.; Nóbrega, O. T. Caracterização de respostas comportamentais para o teste de Stroop computadorizado - Testinpacs. *Neurociências* | Volume 4 | Nº 2 | março-abril de 2008, acessado dia 11 de junho de 2025 no link:

https://www.researchgate.net/publication/291045892_Caracterizacao_de_respostas_comportamentais_para_o_teste_de_stroop_computadorizado_-_testinpacs

Corrêa FP. Carga mental e ergonomia. [Dissertação] Florianópolis/SC: UFSC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção; 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86036/191674.pdf?sequence=1>

Durantín G, Gagnon JF, Tremblay S, Dehais F. Using near infrared spectroscopy and heart rate variability to detect mental overload. *Behav Brain Res* 2014;259:16-23. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.10.042>

Espirito-Santo, H., Lemos, L., Fernandes, D., Cardoso, D., Neves, C. S., Caldas, L., Marques, M., Guadalupe, S. e Daniel, F. B. (2015). Teste de Stroop. Em M. Simões, I. Santana e Grupo de Estudos de Envelhecimento Cerebral e Demência (coord.). *Escalas e testes na demência* (3ª ed., pp. 114-119). Porto Salvo: Novartis

Grunwald M, Weiss T, Krause W, Beyer L, Rost R, Gutberlet I, Gertz HJ. Power of theta waves in the EEG of human subjects increases during recall of haptic information. *Neurosci Lett* 1999;260(3):189-92. [https://doi.org/10.1016/s0304-3940\(98\)00990-2](https://doi.org/10.1016/s0304-3940(98)00990-2)

Herrmann CS, Struber D, Helfrich RF, Engel AK. EEG oscillations: From correlation to causality. *Int J Psychophysiol* 2016;(103):12-21. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.02.003>

IEA – International Ergonomics Association (2020) traduzido por ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia.

Jacobs J, Hwang G, Curran T, Kahana MJ. EEG oscillations and recognition memory: theta correlates of memory retrieval and decision making. *Neuroimage* 2006;32(2):978-87. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.02.018>

Jun J, Kapella MC, Hershberger PE. Non-pharmacological sleep interventions for adult patients in intensive care Units: A systematic review. *Intensive Crit Care Nurs*. 2021 Dec;67:103124. doi: 10.1016/j.iccn.2021.103124. Epub 2021 Aug 26. PMID: 34456110.

Kakar E, Billar RJ, van Rosmalen J, Klimek M, Takkenberg JJM, Jeekel J. Music intervention to relieve anxiety and pain in adults undergoing cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Open Heart*. 2021 Jan;8(1):e001474. doi: 10.1136/openhrt-2020-001474. PMID: 33495383; PMCID: PMC7839877.

Kühlmann AYR, de Rooij A, Kroese LF, van Dijk M, Hunink MGM, Jeekel J. Meta-analysis evaluating music interventions for anxiety and pain in surgery. *Br J Surg*. 2018 Jun;105(7):773-783. doi: 10.1002/bjs.10853. Epub 2018 Apr 17. PMID: 29665028; PMCID: PMC6175460.

Li Y, Umeno K, Hori E, Takakura H, Urakawa S, Ono T, Nishijo H. Global synchronization in the theta band during mental imagery of navigation in humans. *Neurosci Res* 2009;65(1):44-52. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2009.05.004>

Ma Y, Yang X, Wang C, Li Y, Zhang Y, Wang L, Hu R, Li X. Comparative efficacy of non-pharmacological interventions for anxiety in adult intensive care unit patients: A systematic review and network meta-analysis. *Nurs Crit Care*. 2024 Nov;29(6):1334-1345. doi: 10.1111/nicc.13156. Epub 2024 Sep 16. PMID: 39284718.

Machado Junior, P.A.B. *et col.* **USE OF THE STROOP ENCEPHALAPP FOR COVERT HEPATIC ENCEPHALOPATHY SCREENING IN CIRRHOTIC PATIENTS IN SOUTHERN BRAZIL.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ag/a/Hg5HKWbWykWtFpb6ZPrpQcv/?lang=en>. Acesso em: 20 de março de 2022.

Martinez EC, Ghattas Hasbun P, Almeida Hidalgo JI, Salolin Vargas VP, Florida Rietmann LM, Fermin Madera MD, Sanchez Cruz C, Kumar A, Abreu Lopez B, Patel R,

Gangwani MK, Dahiya DS, Shah Y, Advani R. Effectiveness of Non-pharmacological Interventions for Reducing Anxiety in Endoscopy and Colonoscopy Procedures: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. Dig Dis Sci. 2025 Oct 31. doi: 10.1007/s10620-025-09447-4. Epub ahead of print. Erratum in: Dig Dis Sci. 2026 Feb 17. doi: 10.1007/s10620-025-09657-w. PMID: 41171585.

Ned G. C. Fadiga nos controladores de tráfego aéreo: uma realidade. Revista Conexão Sipaer 2016;7(1):35-43.

Santos T. E. B, Redução do eletroencefalograma durante monitorização contínua de paciente crítico. [Dissertação]. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE. 2017. 155f. Disponível em: http://www.peb.ufrj.br/teses/Tese0265_2017_03_15.pdf

Simonetti D. C, Almeda L. S, Guenther Z. Identificação de alunos com altas capacidades: uma contribuição de indicadores neuropsicológicos. Educ Esp 2010;23(1):65.

Tomasevic N. M, Neskovic A. M, Neskovic N. J. Correlated EEG Signals Simulation Based on Artificial Neural Networks. Int J Neural Syst 2017;27(5):1750008. <https://doi.org/10.1142/S0129065717500083>

Veiga, P. H. A.; Silva, K. B.; Novaes, R. F. G. Investigar os efeitos das massas terapêuticas no treinamento de preensão manual em relação ao controle do estresse e hipertensão: uma revisão de literatura. Studies in Health Sciences, Curitiba, v.6, n.4, p. 01-23, 2025

Witte M, Pinho A. D. S, Stams G. J, Moonen X, Bos A. E. R, van Hooren S. Music therapy for stress reduction: a systematic review and meta-analysis. Health Psychol Rev. 2022 Mar;16(1):134-159. doi: 10.1080/17437199.2020.1846580. Epub 2020 Nov 27. PMID: 33176590.

Zigmond, A.S. Snaith, R.P. The Hospital Anxiety and Depression Scale. Acta Psychiatrica Scandinavica 1983; 67,361 -370 Botega NJ, Bio MR, Zomignani MA, Garcia JR C, Pereira WAB. Transtornos do humor em enfermagem de clínica médica e validação de escala de medida (HAD) de ansiedade e depressão. Revista de Saúde Pública, 29(5): 355-63, 1995.

HISTÓRICO

ORIGINAL RECEBIDO EM: 23/03/2026

ACEITO PARA PUBLICAÇÃO EM: 08/06/2026