UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES NEGREIROS

EFEITOS DA TERAPIA DE NEUROFEEDBACK NA PERFORMANCE DOS MÚSCULOS MASSETERES EM BRUXÔMANOS DO SONO

Recife
2023

JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES NEGREIROS

EFEITOS DA TERAPIA DE NEUROFEEDBACK NA PERFORMANCE DOS MÚSCULOS MASSETERES EM BRUXÔMANOS DO SONO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de doutor em Odontologia. Área de concentração: Clínica Integrada.

Orientador: Hilton Justino da Silva

Recife

2023

Catalogação na fonte: Bibliotecário: Aécio
Oberdam, CRB4: 1895

N385e

Negreiros, Jhony Herick Cavalcanti Nunes.
Efeitos da terapia de neurofeedback na performance dos músculos masseteres em bruxômanos do sono / Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros – 2023. 151 p.

Orientador: Hilton Justino da Silva
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Recife, 2023. Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Bruxismo. 2. Bruxismo do sono. 3. Neurorretroalimentação. 4. Músculo masseter. 5. Odontologia. Silva, Hilton Justino (orientador). II. Título.

617.6 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2023 - 254)

JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES NEGREIROS

EFEITOS DA TERAPIA DE NEUROFEEDBACK NA PERFORMANCE DOS MÚSCULOS MASSETERES EM BRUXÔMANOS DO SONO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Odontologia. Área de concentração: Clínica Integrada.

Aprovado em: 31/08/2023.

Orientador:

Profº. Dr. Hilton Justino da Silva

BANCA EXAMINADORA

_____
Profº. Dr. Leandro de Araújo Pernambuco (Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba

_____
Prof.ª Dr.ª Daniele Andrade da Cunha (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Profº. Dr. Gustavo Pina Godoy (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Prof.ª Dr.ª Alessandra de Albuquerque Tavares Carvalho (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Profº. Dr. Hilton Justino da Silva (Presidente)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho,

Ao Deus no qual eu acredito, vivencio e faço de sua luz a minha luz, meu melhor e maior amigo. Ele e seus representantes que me rodeiam e me ensinam os preceitos da boa moral, para que eu possa sempre crescer espiritualmente e materialmente com amor, fé, esperança, paz, resiliência, crença no bem e muita, muita luz.

Às duas pessoas que sempre fazem parte de toda a minha trajetória, acompanham-na de perto e nunca me deixam desabar: minha mãe, Suely, e meu pai, Jorge. A vocês dois eu dedico não só este trabalho, mas sim tudo o que sou hoje, pois o amor e a atenção de vocês a mim dados são o vetor que impulsiona grande parte de todo o meu desenvolvimento moral, civil e profissional.

A uma mulher linda, a qual me deu muito do seu amor durante todo nosso convívio juntos, a qual me ajudou no meu caminhar para o crescimento, à minha encantadora avó, Dona Iva, que sempre me chamava de “meu dotôzinho”, que não está mais presente carnalmente em minha vida, mas está sempre e para sempre no meu coração e no meu viver.

Ao meu mestre e orientador, Professor Hilton Justino da Silva, que esteve comigo em várias das minhas fases durante a caminhada do doutoramento, me mostrando não só o caminho com suas fundamentais e indispensáveis orientações para que eu pudesse concluir este trabalho, como também me ensinando sobre

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus e irmãos de luz, que estão sempre comigo em todas as minhas jornadas e me orientam nos meus ensinamentos neste plano.

Às duas pessoas que foram meu alicerce, com as quais eu fui destinado a viver e aprender junto a elas e que serão sempre parte da minha construção de vida, os meus pais. Obrigado por tudo! Amo demais vocês.

Alana Dantas, grato pela nossa caminhada inicial de doutoramento juntos! Compartilhamos muitos sentimentos, aprendizados e criamos a nossa amizade que foi fundamental para que a gente conseguisse adentrar juntos nessa jornada.

Agradeço a uma querida que o grupo de pesquisa me proporcionou conhecer e que não me deixou na mão quando eu precisei de ajuda. Natállia Simões, obrigado pela amizade, risadas e parceria!

Ao meu orientador, o Prof. Dr. Hilton Justino, que me acolheu e me ajudou a construir e trilhar este caminho. Ao senhor, meu muito obrigado. Jamais esquecerei do que o senhor fez por mim.

RESUMO

O *neurofeedback* de relaxamento pode ser promissor no manejo do bruxismo do sono, e o relaxamento muscular obtido pela técnica pode diminuir alguns dos efeitos nocivos causados pelo bruxismo. Assim, este trabalho objetivou analisar a performance muscular dos masseteres com apenas uma sessão e após a terapia de *neurofeedback* em bruxômanos do sono. Foram incluídos indivíduos entre 24 a 44 anos, ambos os sexos, com diagnóstico autorreferido de bruxismo do sono. Um questionário foi aplicado ao início e final da terapia para avaliar os sinais, sintomas e diagnóstico do bruxismo. Foram realizadas seis sessões de *neurofeedback* com duração de 20 minutos cada, realizadas uma vez por semana. Foram registradas as ondas predominantes antes e após cada sessão. As avaliações dos músculos masseteres foram realizadas antes de iniciar a primeira sessão, ao final da última sessão e ao final da sexta sessão, por meio da avaliação da temperatura da pele, tônus, rigidez, elasticidade musculares, mobilidade mandibular, força de mordida e atividade mioelétrica. Houve remissão dos sinais e sintomas do bruxismo, com 60% dos participantes passando a não mais apresentar o diagnóstico do bruxismo do sono ao final da terapia. Foram encontradas diferenças significativas para amplitude de abertura bucal, lateralidade à direita e atividade eletromiográfica na mastigação livre à esquerda, tanto na primeira sessão quanto para a terapia, com a lateralidade à esquerda estatisticamente significante apenas à terapia. Os resultados obtidos demonstraram que o *neurofeedback* pode ser uma abordagem terapêutica promissora para o manejo do bruxismo do sono. A terapia demonstrou impacto na redução dos sinais e sintomas do bruxismo, com mais da metade dos bruxômanos não exibindo o diagnóstico de bruxismo do sono ao final das sessões. Tanto a terapia de NFB e apenas uma sessão de treinamento puderam influenciar mudanças na morfofisiologia muscular dos masseteres dos bruxômanos do sono deste estudo, sugerindo efeitos de relaxamento e tendência ao equilíbrio no recrutamento e da função dos masseteres bilateralmente.

Palavras-chave: Bruxismo. Bruxismo do sono. Neurorretroalimentação. Músculo masseter.

ABSTRACT

Relaxation neurofeedback can be promising in the management of sleep bruxism, and the muscle relaxation achieved by the technique can decrease some of the harmful effects caused by bruxism. Thus, this study aimed to analyze the muscle performance of the masseters with just one session and after neurofeedback therapy in sleep bruxists. Individuals between 24 and 44 years old, both genders, with a self-reported diagnosis of sleep bruxism were included. A questionnaire was applied at the beginning and end of therapy to assess the signs, symptoms and diagnosis of bruxism. Six neurofeedback sessions lasting 20 minutes each were performed once a week. The predominant waves were recorded before and after each session. Assessments of the masseter muscles were performed before starting the first session, at the end of the last session and at the end of the sixth session, by assessing skin temperature, tonus, stiffness, muscle elasticity, mandibular mobility, bite force and activity. myoelectric. There was remission of the signs and symptoms of bruxism, with 60% of the participants no longer presenting the diagnosis of sleep bruxism at the end of therapy. Significant differences were found for mouth opening amplitude, right laterality and electromyographic activity in left free mastication, both in the first session and for therapy, with left laterality statistically significant only for therapy. The results obtained demonstrated that, neurofeedback can be a promising therapeutic approach for the management of sleep bruxism. The therapy demonstrated an impact in reducing the signs and symptoms of bruxism, with more than half of the bruxists not showing the diagnosis of sleep bruxism at the end of the sessions. Both NFB therapy and just one training session could influence changes in the muscle morphophysiology of the masseter muscles of the sleep bruxists in this study, suggesting effects of relaxation and a tendency towards balance in the recruitment and function of the masseter muscles bilaterally.

Keywords: Bruxism. Sleep bruxism. Neurofeedback. Masseter muscle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O Sistema 1020 - Colocação padronizada de eletrodos no couro cabeludo para medições de EEG..... 22
Figura 2 – As 5 principais frequências de ondas e suas relações entre si..... 23
Figura 3 – Tecnologia ICC..... 28
Figura 4 – Dispositivo MindWave Mobile 2..... 28
Figura 5 – Monitoramento das ondas cerebrais e registro dos níveis de atenção e relaxamento..... 29
Figura 6 – Tela inicial da aplicação *The Adventures of Neuroboy*..... 30
Figura 7 – Fluxograma da pesquisa. Sequência da terapia de NFB segundo a registro da onda principal (ROP), TNFB e bloco de avaliações da musculatura (BI AV)..... 32
Figura 8 – Componentes do dispositivo MWM2..... 34
Figuras 9A, B e C – Ajuste do dispositivo MWM2..... 35
Figuras 10A e B – Ajuste do dispositivo MWM2..... 35
Figuras 11A e B – Registro de onda principal pelo BrainWave Visualizer 2.0..... 37
Figuras 12A e B – TNFB com levitação de objetos no jogo Aventuras do Neuroboy 37
Figura 13 – Máquina FLIR C2..... 38
Figuras 14A e B – Avaliação temperatura da pele dos masseteres..... 39
Figura 15 – Aparelho MyotonPRO..... 39
Figura 16 – Avaliação do tônus muscular..... 40
Figura 17 – Paquímetro MTX 150mm..... 40
Figuras 18A e B – Avaliação da mobilidade mandibular..... 41
Figura 19 – Aparelho Miotool 400…… 41
Figuras 20A e B – Avaliação da eletromiografia de superfície..... 45
Figura 21 – Tela da Visão de Gráfico..... 102
Figura 22 – Tela da Visão de Jogo..... 102
Figura 23 – Resultado do predomínio de ondas alfa baixas (representadas pela cor amarela)..... 104
Figura 24 – Gráfico de Espectro de Potência das Ondas Cerebrais. Seleção da frequência de ondas teta, indicada pela cor laranja claro..... 105

Figura 25 – Arena do NeuroBoy..... 109
Figuras 26A e B – Levitação de uma bola na arena do NeuroBoy. Quando as frequências de onda envolvidas no relaxamento chegam a níveis elevados, é possível levitar o objeto..... 110

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BS	Bruxismo do sono
BV	Bruxismo de vigília
NFB	*Neufeedback*
TNFB	Treinamento de *neurofeedback*
DTM	Disfunção temporomandibular
MWM2	MindWave Mobile 2
EMGs	Eeletromiografia de superfície
CVM	Contração voluntária máxima

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	**13**
2	**FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**	**15**
2.1	BRUXISMO	15
2.1.1	**Diagnóstico do bruxismo**	**15**
2.1.2	**Manifestações clínicas do BS**	**16**
2.1.3	**Etiologia e comorbidades do BS**	**17**
2.1.4	**Estresse e BS**	**18**
2.2	*BIOFEEDBACK* E BS	20
2.3	ELETROENCEFALOGRAFIA	21
2.4	*NEUROFEEDBACK* POR EEG	23
2.4.1	**Treinamento de NFB alfa e alfa/teta**	**25**
2.4.2	**Protocolo de TNFB para o estresse**	**25**
2.5	INTERFACE CÉREBRO-COMPUTADOR	27
2.6	PROTOCOLO DE NFB PARA O BS	30
3	**MATERIAIS E MÉTODOS**	**30**
3.1	PROCESSAMENTO DOS DADOS	31
3.2	PARTICIPANTES	32
3.3	MÉTODO DE COLETA DOS DADOS	32
3.3.1	**Diagnóstico autorreferido do BS**	**33**
3.3.2	**TNFB e captura das ondas cerebrais**	**33**
3.3.2.1	Ajustes do dispositivo de NFB	33
3.3.2.2	Protocolo da Terapia de NFB	36
3.3.3	**Avaliações dos músculos masseteres**	**37**
3.3.3.1	Temperatura superficial da pele	37
3.3.3.2	Medidas de Tônus, rigidez e elasticidade muscular	39
3.3.3.3	Mobilidade mandibular	40
3.3.3.4	Eletromiografia de superfície e força de mordida	41
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	43
4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	**44**

ARTIGO 1 - NEUROFEEDBACK THERAPY USED TO TREAT SLEEP BRUXISM IN ADULT SUBJECTS: A SCOPING REVIEW PROTOCOL…….. 44

ARTIGO 2 - NEUROFEEDBACK THERAPY USED IN THE MANAGEMENT OF SLEEP BRUXISM IN ADULTS: A SCOPING REVIEW……. 51

ARTIGO 3 - EFEITO IMEDIATO DO TREINAMENTO DE NEUROFEEDBACK NA PERFORMANCE DO MÚSCULO MASSETER EM BRUXÔMANOS DO SONO..... 67

ARTIGO 4 – PERFORMANCE DOS MÚSCULOS MASSETERES APÓS TERAPIA DE NEUROFEEDBACK EM BRUXÔMANOS DO SONO..... 88

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 114

REFERÊNCIAS..... 115

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..... 119

APÊNDICE B – OPERACIONALIZAÇÃO DOS *SOFTWARES BRAINWAVE VISUALIZER* E *THE ADVENTURES OF NEUROBOY.* 123

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA..... 133

ANEXO B – NORMAS DA REVISTA *JOURNAL OF ORAL REHABILITATION*..... 138

1 INTRODUÇÃO

De acordo com um consenso internacional atualizado, o bruxismo do sono (BS) é uma atividade muscular mastigatória durante o sono, caracterizada como rítmica (fásica) ou não-rítmica (tônica) (LOBBEZOO; AHLBERG; RAPHAEL; WETSELAAR *et al.*, 2018). Em indivíduos saudáveis, o bruxismo não deve ser considerado como um distúrbio, mas sim como um comportamento que pode ser prejudicial ou protetor, considerando os vários desfechos de saúde. Em relação à prevalência do BS, em adultos, varia de 1,1% a 15,3%, tendo a prevalência geral de bruxismo entre 8% a 31,4% (MELO; DUARTE; PAULETTO; PORPORATTI *et al.*, 2019), decrescendo com a idade e sem predileção pelo sexo (GOUW; DE WIJER; KALAYKOVA; CREUGERS, 2018).

Tem sido proposto que a etiologia do BS pode ser multifatorial e que vários mecanismos subjacentes podem desempenhar um papel em sua gênese, como o uso de álcool, cafeína, tabaco, acidificação esofágica, fumo passivo (MELO; DUARTE; PAULETTO; PORPORATTI *et al.*, 2019), genética, fatores sistêmicos, de transtorno do sistema mastigatório e psicossociais (estresse e ansiedade) (VLĂDUȚU; POPESCU; MERCUȚ; IONESCU *et al.*, 2022). Ademais, medicamentos como duloxetina, paroxetina, venlafaxina, barbitúricos e metilfenidato podem estar associados a um aumento na probabilidade de BS (MELO; DUTRA; RODRIGUES FILHO; ORTEGA *et al.*, 2018). Embora os aspectos psicossociais pareçam ter alguma influência sobre a bruxismo de vigília, a ativação do sistema nervoso central/autonômico pode ser o principal fator envolvido na gênese do BS (GOUW; DE WIJER; KALAYKOVA; CREUGERS, 2018; MELO; DUARTE; PAULETTO; PORPORATTI *et al.*, 2019).

Atualmente, maior atenção tem sido dada aos fatores psicossociais e comportamentais recentemente investigados, como níveis de estresse e tipo de personalidade. De fato, novas hipóteses têm sugerido que o bruxismo pode estar envolvido na diminuição de transtornos psicossomáticos induzidos pelo estresse, sendo até mesmo considerado uma possível "válvula de escape" para o estresse psíquico (VLĂDUȚU; POPESCU; MERCUȚ; IONESCU *et al.*, 2022).

Anteriormente, havia uma crença de que o desequilíbrio oclusal era o fator principal associado ao bruxismo, levando os cirurgiões-dentistas a indicarem o ajuste oclusal, placas de estabilização ou reabilitação oral, com base em teorias de equilíbrio

oclusal, para tratar os bruxômanos. No entanto, esses tratamentos, especialmente as placas oclusais, não possuem eficácia comprovada para o manejo do bruxismo (MESKO; HUTTON; SKUPIEN; SARKIS-ONOFRE *et al.*, 2017).

Além disso, revisões sistemáticas conduzidas por Macedo e*t al.* (2007), com estudos datados até 2007, e posteriormente outra revisão conduzida por Jokubauskas, Baltrusaityte e Pileicikiene, em 2018, com estudos realizados de 2007 a 2017, constataram que, embora existam evidências consistentes sobre a eficácia dos aparelhos oclusais no manejo do BS, essas evidências foram insuficientes para comprovar seu papel na redução da atividade de BS a longo prazo.

Com base na compreensão atual de que o BS pode ter origem central e é influenciado por fatores psicossociais, como o estresse, as estratégias comportamentais surgem como uma abordagem promissora para o manejo do BS, pois têm o potencial de modificar diretamente o comportamento do indivíduo.

Como uma das técnicas comportamentais, tem-se o *biofeedback*, este sendo o processo de usar os próprios sinais biológicos para alcançar uma mudança no funcionamento fisiológico. Teoricamente, ao fornecer aos indivíduos informações claras sobre seus processos corporais, acredita-se que o indivíduo pode aprender a modificar seu comportamento em seu próprio benefício (JOKUBAUSKAS; BALTRUSAITYTE, 2018).

Quando a atividade fisiológica é uma atividade neurofisiológica, o *biofeedback* é chamado *neurofeedback* (NFB), sendo uma técnica que consiste em medir a atividade cerebral usando uma interface técnica para extrair um parâmetro de interesse apresentado em tempo real ao participante, este que é treinado e aprende a modificá-lo. Assim, o treinamento de NFB (TNFB) permite ao participante modular voluntariamente suas atividades neurofisiológicas relacionadas (MICOULAUD-FRANCHI; BATAIL; FOVET; PHILIP *et al.*, 2019), e esta técnica pode ser utilizada nos bruxômanos do sono na suposição de que eles possam “desaprender” seu comportamento quando um estímulo os torna conscientes de sua excessiva atividade dos músculos da mastigação, em especial os masseteres.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo verificar os efeitos imediatos de uma sessão de treinamento e da terapia de NFB de relaxamento em bruxômanos do sono adultos, analisando a performance do músculo masseter, sob a hipótese de que o NFB promoveria mudanças na morfofisiologia dos masseteres, resultando em relaxamento muscular. Para isso, foram utilizados métodos de avaliação que incluíram

a mensuração da temperatura da pele, tônus, rigidez, elasticidade musculares, mobilidade mandibular, força de mordida e atividade eletromiográfica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 BRUXISMO

Em 2012, um grupo de especialistas estabeleceu um consenso internacional que definiu o bruxismo como uma atividade repetitiva dos músculos mastigatórios, que causa apertamento ou ranger dos dentes, associado ao movimento de empurrar ou projetar a mandíbula para frente ou para os lados. Nessa ocasião, também foram estabelecidas classificações para o bruxismo de acordo com o ritmo circadiano: BS e bruxismo de vigília (BV). Uma nova reunião foi realizada em 2017 para esclarecer questões relacionadas à definição anterior, desenvolver definições separadas para as duas formas de bruxismo e determinar se o bruxismo pode ser considerado uma condição ou um fator de risco. De acordo com esse consenso, o bruxismo deve ser abordado como um distúrbio da contração dos músculos mastigatórios com diversas causas (VLĂDUȚU; POPESCU; MERCUȚ; IONESCU *et al.*, 2022).

De acordo com a literatura, a prevalência do bruxismo não varia de acordo com a nacionalidade ou raça. A literatura não conseguiu estabelecer com certeza diferença de frequência entre os dois sexos. Dependendo do grupo de estudo e do protocolo de pesquisa, alguns autores indicaram maior prevalência de bruxismo de vigília ou de ambos os tipos de bruxismo em mulheres. A presença de bruxismo pode variar ao longo da vida, dependendo da idade do indivíduo, com maior frequência em adultos jovens e menor frequência em idosos (FLUERAȘU; BOCSAN; BUDURU; POP *et al.*, 2021).

2.1.1 Diagnóstico do bruxismo

A presença de bruxismo pode ser identificada por abordagens instrumentais (ex., polissonografia ou eletromiografia ou por autorrelato e/ou inspeção clínica (MELO; DUARTE; PAULETTO; PORPORATTI *et al.*, 2019). De acordo com o consenso internacional do bruxismo de 2017, o sistema de diagnóstico gradual para ambos os bruxismos foi atualizado e estabelecido, sendo considerado como

“possível”, “provável” e “definitivo” (LOBBEZOO; AHLBERG; RAPHAEL; WETSELAAR *et al.*, 2018):

- Possível: apenas pelo autorrelato positivo.
- Provável: inspeção clínica positiva (exame clínico), com ou sem autorrelato positivo.
- Definitivo: avaliação instrumental positiva, com ou sem um autorrelato positivo e/ou uma inspeção clínica positiva.

Entende-se por autorrelato as respostas às perguntas de um questionário e/ou na anamnese. A avaliação instrumental é composta pelos registros polissonográficos, preferencialmente associados à gravação de áudio e vídeo, para o BS, e registros eletromiográficos para o BV (VLĂDUȚU; POPESCU; MERCUȚ; IONESCU *et al.*, 2022). A avaliação autorreferida do bruxismo do sono ou de vigília (diagnóstico possível) continua sendo a principal ferramenta na pesquisa e prática clínica do bruxismo (LOBBEZOO; AHLBERG; RAPHAEL; WETSELAAR *et al.*, 2018).

Neste tocante, especificamente para o BS, dois domínios podem ser examinados com base no autorrelato, que são a possível presença de BS e seu tempo. Dessa maneira, pode-se referir quantas vezes o comportamento é relatado durante, por exemplo, um período de 1 ou 2 semanas, podendo ser solicitado aos bruxômanos do sono que anotem em um diário a frequência dos episódios percebidos (LOBBEZOO; AHLBERG; RAPHAEL; WETSELAAR *et al.*, 2018).

2.1.2 Manifestações clínicas do BS

O BS é uma condição crônica caracterizada por uma notável heterogeneidade, abrangendo uma ampla gama de frequência, diversidade e intensidade de sintomas. Em situações mais leves, diversas semanas podem transcorrer sem qualquer evidência clínica, enquanto em outros momentos podem ocorrer episódios de atividade prolongada, frequentemente associados a níveis elevados de estresse psicológico (ALÓE, 2009).

Grande parte do conhecimento acerca do BS tem sido extraído de descobertas observacionais e epidemiológicas obtidas por meio de avaliações clínicas. Estudos dessa natureza têm revelado que as manifestações clínicas associadas ao BS abrangem o desgaste e a fratura dentária, disfunções temporomandibulares,

ocorrência de cefaleias e complicações relacionadas a próteses e implantes dentários (KUANG; LI; LOBBEZOO; DE VRIES et al., 2022).

Aproximadamente 40% dos indivíduos que sofrem de BS queixam-se de dor orofacial, mialgia mastigatória e rigidez mandibular ao acordar. Dores de dente e sintomas de disfunção da articulação temporomandibular muitas vezes levam o bruxômano a procurar tratamento odontológico. Ademias, 19% dos portadores de BS têm hipertensão arterial sistêmica; de 31% a 50% apresentam disfunção erétil, zumbido, tensão muscular, sudorese noturna e palpitações (ALÓE, 2009).

2.1.3 Etiologia e comorbidades do BS

Diversos fatores, com variáveis graus de influência, desempenham papéis na fisiopatologia primária do bruxismo. É amplamente considerado que uma associação existe entre o desenvolvimento do BS e alterações no controle motor da mastigação, a atividade do sistema nervoso autônomo durante o sono, modificações em aspectos psicológicos ligados à neurotransmissão aminérgica do sistema nervoso central (SNC), bem como fatores associados à regulação da saliva, controle gástrico e distúrbios na oclusão dentária (ALÓE, 2009).

O BS pode apresentar comorbidade com outros distúrbios do sono, como a apneia obstrutiva do sono e a insônia, além de ser influenciada negativamente por substâncias (por exemplo, inibidores seletivos de recaptação de serotonina e anfetaminas) e agentes (como cafeína e álcool). Recentemente, emergiu a proposição de que o BS não necessariamente acarreta prejuízos às estruturas e funções orofaciais, podendo, na realidade, conferir benefícios fisiológicos à saúde de determinados indivíduos (como a prevenção da obstrução das vias aéreas superiores e do ácido gástrico na orofaringe). Em vista disso, constata-se a existência de diversos fenótipos de BS em seres humanos, assim como variadas causas e mecanismos fisiopatológicos subjacentes (KATO; HIGASHIYAMA; KATAGIRI; TOYODA et al., 2023).

Os fatores genéticos e epigenéticos são considerados como predisponentes e para o BS, podendo levar ao indivíduo a desenvolvê-lo, com a condução realizada centralmente e não sendo resultado de influências periféricas, como a oclusão. Tendo-se em vista que vários genes parecem estar relacionados à biologia da dopamina em crianças, a redução de receptores de dopamina com a idade se alinha com a redução

do BS com a idade (THAYER; ALI, 2022). Distúrbios cognitivos e comportamentais são fatores que desempenham um papel significativo na ocorrência do BS. Estresse, ansiedade e depressão são os fatores psicológicos mais associados à presença de bruxismo (FLUERAȘU; BOCSAN; BUDURU; POP *et al.*, 2021), sendo o estresse um dos mais frequentemente relatados na literatura (MANFREDINI; LOBBEZOO, 2009).

2.1.4 Estresse e BS

Um estudo experimental controlado, publicado em 1999, trouxe à tona a conexão entre o estresse emocional e o BS, demonstrando que indivíduos que bruxômanos apresentavam níveis mais elevados de competitividade e ansiedade em comparação com aqueles que não tinham o hábito de ranger os dentes durante o sono (MAJOR; ROMPRÉ; GUITARD; TENBOKUM *et al.*, 1999).

De acordo com a *American Psychological Association*, o estresse é descrito como uma reação tanto fisiológica quanto psicológica a estímulos internos ou externos que provocam tensão. Esses estímulos persistentes podem desencadear um aumento em certos biomarcadores, como o cortisol salivar, e podem se manifestar através da deterioração da saúde geral dos indivíduos afetados. Diversos sintomas podem estar relacionados a essa condição, tais como palpitações, sudorese, boca seca, dificuldade respiratória, agitação, aumento da velocidade de fala, intensificação de emoções negativas (se já estiverem presentes) e uma prolongada sensação de fadiga associada ao estresse. Ao provocar essas alterações na interação entre mente e corpo, o estresse contribui diretamente para o surgimento de desordens tanto psicológicas quanto fisiológicas, além de doenças que afetam tanto a saúde mental quanto a física. Essa influência adversa, por sua vez, leva a uma diminuição na qualidade de vida (POLMANN; RÉUS; MASSIGNAN; SERRA-NEGRA et al., 2021).

O BS é influenciado pelo estresse. De fato, aqueles que sofrem de BS tendem a possuir um perfil de temperamento mais agressivo e hiperativo, tornando-se suscetíveis a experimentar ansiedade, estresse e manifestações psicossomáticas. Além disso, Indivíduos com bruxismo apresentam uma probabilidade 1,3 vezes maior de desenvolver transtornos ansiosos em comparação com a população em geral. A prevalência do ranger dos dentes é mais elevada em adultos que enfrentam níveis constantes de tensão emocional e exibem características de hiperatividade, agressividade ou traços de impulsividade em sua personalidade (ALÓE, 2009).

Um estudo visou avaliar a correlação entre o BS, cortisol salivar e o estado psicológico em jovens adultos caucasianos saudáveis. Sobre a avaliação do cortisol salivar, os autores afirmam que fatores comportamentais, como depressão e estresse, desencadeiam respostas hormonais que levam a um aumento concomitante nos níveis de cortisol. Esse hormônio é liberado pela glândula adrenal, em resposta à ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, e desempenha um papel na ativação de processos antiestresse e anti-inflamatórios. Dessa forma, o cortisol salivar tem sido identificado como um possível indicador de estresse e depressão e foi utilizado no estudo para avaliar os níveis de estresse dos bruxômanos. Como resultado, os autores encontraram que há uma correlação cientificamente comprovada entre o BS e os níveis de cortisol salivar, associado a presença e a gravidade BS, sem diferença de gênero ou nacionalidade na população caucasiana (FLUERAȘU; BOCSAN; BUDURU; POP et al., 2021).

Recentemente, uma pesquisa foi conduzida para investigar a associação entre o BS autorrelatado e questões envolvendo problemas de sono e/ou estresse psicológico em músicos. Os resultados indicaram que a experiência de estresse estava correlacionada com uma frequência maior de BS. Os pesquisadores afirmaram que essa associação entre estresse e BS está alinhada com os achados de diversos estudos anteriores, que também sugeriram uma possível conexão entre bruxismo e estresse. Simultaneamente, é reconhecido que maiores níveis de estresse estão associados a uma redução na duração do sono, levantando a possibilidade de uma interligação complexa entre estresse, sono e BS (VAN SELMS; KROON; TUOMILEHTO; PELTOMAA *et al.*, 2023).

Com base nas perspectivas atuais sobre a influência do SNC e do papel do estresse psicológico no BS, abordagens terapêuticas comportamentais se apresentam como alternativas viáveis para gerenciar essa condição, a exemplo do *biofeedback* (BFB), este que utiliza dos próprios sinais biológicos do indivíduo para conseguir uma mudança em seu funcionamento fisiológico (JOKUBAUSKAS; BALTRUSAITYTE, 2018). Assim, a apresentação do BFB é suportada pela teoria de que os bruxômanos possam modificar seu comportamento e passem a ficar conscientes sobre sua excessiva atividade dos músculos da mastigação.

2.2 *BIOFEEDBACK* E BS

O BFB é uma técnica pela qual informações relacionadas às funções corporais são transmitidas aos indivíduos com o propósito de incentivar a adoção de comportamentos que levem a uma melhoria em sua saúde ou em seu desempenho. Essas medições fisiológicas, captadas eletronicamente, estão vinculadas a um sinal de retorno que é ativado quando critérios predefinidos são atingidos, e é encerrado apenas quando a mudança comportamental desejada ocorre (ILOVAR; ZOLGER; CASTRILLON; CAR et al., 2014).

O objetivo subjacente ao BFB é induzir uma resposta aprendida que se mantém mesmo após o término da aplicação da técnica. A provisão do *feedback* pode adotar diferentes formas, como informações visuais apresentadas ao indivíduo ou estímulos sensoriais. O BFB no bruxismo tipicamente envolve um estímulo em tempo real gerado em resposta a um evento detectado de atrição ou apertamento dentários. (ILOVAR; ZOLGER; CASTRILLON; CAR et al., 2014).

No que diz respeito ao BFB, sua eficácia permanece em debate, uma vez que estudos têm apresentado resultados variáveis tanto em termos de curto quanto de longo prazo. Contudo, o BFB ainda pode ser considerado um método de gerenciamento de comportamento efetivo, com crescente apoio de pesquisas em favor de sua utilização (MINAKUCHI; SOGAWA; HARA; MIKI *et al.*, 2014). Ademais, a literatura também oferece evidências quanto à utilização de distintas formas de BFD no controle do BS (NEGREIROS; BARBOSA; CUNHA; SILVA, 2022).

Sistemas inovadores de *feedback* podem ser desenvolvidos para capturar eventos de bruxismo e transformar esses dados em estímulos auditivos, gustativos, vibratórios ou elétricos direcionados ao bruxômano. Um objetivo clínico pode consistir exatamente em reduzir o grau de bruxismo, ao mesmo tempo que se busca aliviar ou eliminar por completo os sintomas correlatos. Adicionalmente, pode-se buscar estabelecer uma resposta aprendida que permanece mesmo após o encerramento do treinamento (JOKUBAUSKAS; BALTRUSAITYTE, 2018).

Assim, visando proporcionar um manejo eficaz do BS, e considerando-se o papel do SNC e dos fatores comportamentais e psicológicos envolvidos, o *neurofeedback* (NFB), um tipo de BFB, pode ser lançado como uma nova estratégia. O NFB por eletroencefalograma (EEG) é um paradigma de condicionamento operante onde os participantes aprendem a influenciar a atividade elétrica do seu cérebro. O

NFB por EEG oferece aos participantes a oportunidade de visualizar suas atividades cerebrais e, em seguida, desenvolver uma estratégia eficiente para promover a atividade de frequência específica dentro de certas regiões cerebrais (YEH; JU; LIU; WANG, 2022). Para se compreender a operacionalidade desta tecnologia que utiliza o EEG para suas análises, é pertinente entender como funciona a eletroencefalografia.

2.3 ELETROENCEFALOGRAFIA

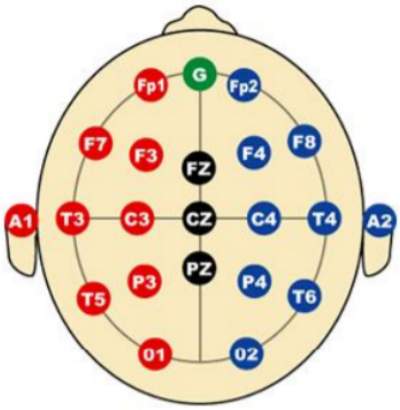
A eletroencefalografia é uma técnica de imagem médica que capta a atividade elétrica do couro cabeludo gerada por estruturas cerebrais. O EEG é definido como a atividade elétrica de tipo alternada registrado a partir da superfície do couro cabeludo após ser captado por eletrodos metálicos e meios condutores. A existência de correntes elétricas no cérebro foi descoberta em 1875, pelo médico inglês Richard Caton (TEPLAN, 2002).

As primeiras atividades neuronais do cérebro humano foram registradas por Hans Berger (1924) usando um simples galvanômetro. No couro cabeludo humano foi colocado apenas um eletrodo, e uma onda foi identificada. Era a onda alfa (também chamada de onda de Berger) (SAŁABUN, 2014).

Segundo Larsen (2011), Berger descobriu que frequências elétricas diferentes poderiam estar ligadas a ações e diferentes estágios de consciências. Isso foi feito observando os sujeitos executando tarefas diferentes, como resolver problemas matemáticos, enquanto gravavam seu EEG.

A Figura 1 ilustra o posicionamento dos eletrodos no padrão conhecido como 1020.

Figura 1 - O Sistema 1020 - Colocação padronizada de eletrodos no couro cabeludo para medições de EEG



Fonte: LARSEN, 2011.

Atualmente, no uso clínico do EEG, com 21 eletrodos, é possível a identificação das 5 ondas fundamentais (SAŁABUN, 2014). As frequências de ondas são medidas em ciclos por segundo ou Hertz (Hz), conhecido também como frequência de atividade cerebral ou onda cerebral (TEPLAN, 2002). Como explica Larsen (2011), as ondas cerebrais podem ser separadas em cinco categorias:

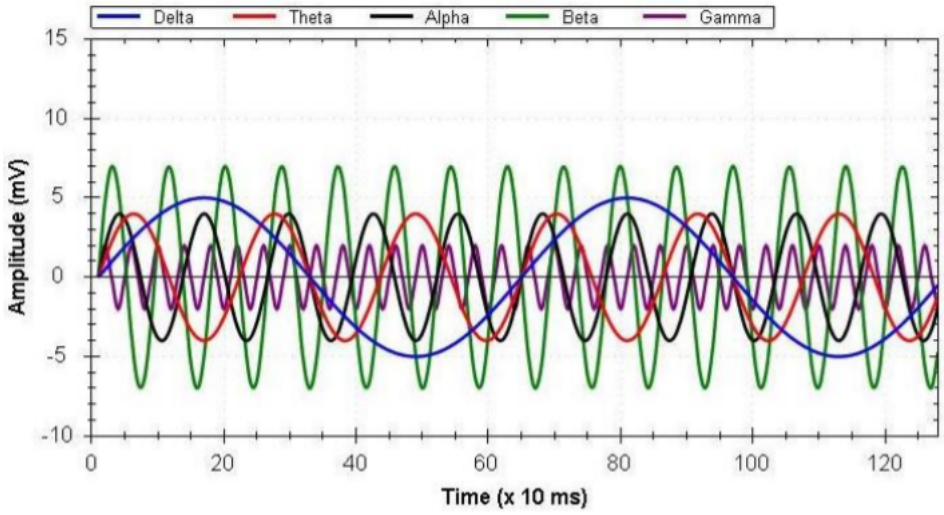
- Gama (γ): estão na faixa de frequência de 31Hz e acima. Acredita-se que reflete o mecanismo da consciência. Ondas beta e gama juntas foram associadas à atenção, percepção e cognição.
- Beta (β): as ondas estão na faixa de frequência de 12 e 30 Hz, mas são frequentemente divididas em β1 e β2 para obter uma faixa mais específica. As ondas são pequenas e rápidas, associadas à concentração focalizada e mais bem definidas nas áreas central e frontal. Ao resistir ou suprimir o movimento, ou resolver uma tarefa de matemática, há um aumento da atividade beta.
- Alfa (α): variam de 7,5 a 12 Hz, são mais lentas e associadas a relaxamento e desengajamento. Pensar em algo pacífico com os olhos fechados deve aumentar a atividade alfa. Mais profundo na parte de trás da cabeça e no lobo frontal.
- Teta (θ): variando de 3,5 a 7,5 Hz, estão ligadas à ineficiência, devaneios, e as ondas mais baixas de teta representam a linha tênue entre estar acordado ou em estado de sono. Teta surge do estresse emocional, especialmente frustração ou desapontamento. Também tem sido associado ao acesso a

material inconsciente, inspiração criativa e meditação profunda. Níveis elevados de teta são considerados anormais em adultos e, por exemplo, estão muito relacionados ao transtorno de déficit de atenção com hiperatividade (TDAH).

- Delta (δ): variando de 0,5 a 3,5 Hz, são as ondas mais lentas e ocorrem quando se dorme. Se estas ondas ocorrem no estado de vigília, pode-se indicar deficiência cerebral. O movimento pode produzir ondas delta artificiais, mas com uma análise instantânea (apenas observando registros EEG brutos), isso pode ser verificado ou não confirmado.

A Figura 2 mostra as bandas de frequência mais utilizadas e suas relações da atividade das ondas cerebrais humanas.

Figura 2 – As 5 principais frequências de ondas e suas relações entre si



Fonte: LARSEN, 2011.

2.4 *NEUROFEEDBACK* POR EEG

O NFB por EEG é uma técnica não invasiva em que o cérebro regula sua própria atividade elétrica, refletida nas ondas cerebrais, com base no estímulo de *feedback* que recebe do seu próprio funcionamento (NIETO-VALLEJO; RAMÍREZ-PÉREZ; BALLESTEROS-ARROYAVE; ARAGÓN, 2021). Os participantes precisam usar um aparelho de gravação (ou seja, uma touca de EEG) para registrar e exibir suas atividades cerebrais como um sinal de *feedback.* Assim, em um treinamento de

NFB (TNFB) é possível oferecer aos participantes uma oportunidade de visualizar suas atividades cerebrais e, em seguida, desenvolver uma estratégia eficiente para promover uma atividade de frequência específica em determinadas regiões do cérebro. Ademais, a técnica tem sido progressivamente defendida para treinamento psicológico desde a década de 1990 (YEH; JU; LIU; WANG, 2022).

O *feedback* no treinamento pode ser visual, auditivo, olfativo ou tátil, e permite que os usuários compreendam sua atividade cerebral e possam aumentar seu autocontrole e autoconsciência (NIETO-VALLEJO; RAMÍREZ-PÉREZ; BALLESTEROS-ARROYAVE; ARAGÓN, 2021). Dessa forma, o TNFB age como um espelho da atividade cerebral dos indivíduos, auxiliando-os a corrigir suas ondas cerebrais na direção desejada. Atualmente, esse método é utilizado para tratar, reabilitar e reduzir os sintomas de diversos distúrbios, como autismo, hiperatividade, acidente vascular cerebral, dislexia, epilepsia, fibromialgia, doença de Parkinson, dependência de drogas, entre outros (SHO'OURI, 2023).

Até o momento, além dos pacientes que apresentam distúrbios neurológicos/psiquiátricos, sua eficácia também é comprovada na função cognitiva em indivíduos normais e saudáveis (YEH; JU; LIU; WANG, 2022). Dessa forma, este método pode não apenas fornecer um meio para aprimoramento cognitivo em indivíduos saudáveis, mas também se configura como uma ferramenta terapêutica significativa para normalizar a atividade cerebral de pacientes durante sua reabilitação (PEI; WU; CHEN; GUO et al., 2018).

Durante o processo de treinamento, é possível identificar diferentes componentes de frequência, que são categorizados como delta (menos de 4 Hz), teta (4–8 Hz), alfa (8–13 Hz), beta (13–30 Hz) e gama (30–100 Hz). Cada uma dessas categorias está associada a uma função fisiológica específica. Em síntese, ondas delta são presentes no sinal de EEG quando uma pessoa está em sono profundo, ondas teta são evidentes durante o sono, ondas alfa são detectadas quando alguém está relaxado e seus músculos estão relaxados, mas permanece acordado, ondas beta ocorrem quando alguém está alerta, e as ondas gama emergem quando uma pessoa está engajada em atividades de resolução de problemas (MARZBANI; MARATEB; MANSOURIAN, 2016).

Os protocolos de NFB baseiam-se principalmente no treinamento das frequências alfa, beta, delta, teta e gama, individualmente ou em combinação, como por exemplo a relação alfa/teta e a relação beta/teta, entre outras (MARZBANI;

MARATEB; MANSOURIAN, 2016). Com relação aos transtornos de estresse e ansiedade, geralmente, são direcionados com um protocolo projetado para regular o alfa (8–12 Hz) ou alfa/teta, e vários estudos relataram resultados bem-sucedidos (HAFEEZ; ALI; MUMTAZ; MOINUDDIN *et al.*, 2019).

2.4.1 Treinamento de NFB alfa e alfa/teta

Conforme Marzbani, Marateb e Mansourian (2016) destacaram, as ondas alfa cerebrais estão comumente relacionadas ao estado de relaxamento vigilante. O estado alfa é descrito como uma condição tranquila e agradável. Todas as frequências alfa estão associadas à atividade criativa do cérebro, sendo utilizadas no processo de relaxamento muscular que progressivamente culmina no sono. Essas ondas alfa emergem e se difundem rapidamente na superfície cerebral. A evidência científica aponta para um aumento das ondas alfa durante práticas de meditação. Já a relação entre as ondas alfa e teta serve como um indicador da transição entre estados de consciência e sono.

Desta forma, os pesquisadores afirmam que o treinamento de frequência alfa é empregado para o tratamento de diversas condições médicas, além de ser aplicado na redução do estresse e ansiedade. A faixa de frequência de 7 a 10 Hz é utilizada tanto para práticas de meditação como para promover o sono e atenuar o estresse e ansiedade. Adicionalmente, a frequência de 10 Hz induz um estado de relaxamento muscular profundo, contribuindo para a redução da sensação de dor, a regulação da frequência respiratória e a diminuição da frequência cardíaca. Quanto ao treinamento da relação entre as frequências alfa e teta, este se destaca como um dos métodos mais amplamente empregados em NFB para a redução do estresse (MARZBANI; MARATEB; MANSOURIAN, 2016).

2.4.2 Protocolo de TNFB para o estresse

Até o momento, foram relatados diferentes procedimentos usando BFB e NFB para modular as respostas ao estresse. Em termos de redução dos sintomas de estresse, os procedimentos de TNFB se concentraram principalmente em estudos acerca do Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT), usando a proporção alfa-

teta (BOCANEGRA-PÉREZ; VELASQUEZ-PEREZ; MARTINEZ-DIAZ; CÁRDENAS-POVEDA *et al.*, 2020).

De acordo com uma revisão sistemática e meta-análise recente que avaliaram a eficácia do NFB baseado em EEG nos sintomas do TEPT, existe uma diversidade de protocolos e métodos distintos de NFB disponíveis para abordar o transtorno. Os pesquisadores afirmam que o NFB por meio do EEG se apresenta como uma abordagem terapêutica complementar emergente, permitindo que os participantes autorregulem os seus estados neurais atuais, sendo empregado para regular neurosinais de natureza mais global, que refletem oscilações cerebrais em grande escala. Considerando que o estresse é um sintoma frequente em indivíduos com TEPT e que o EEG se mostrou eficaz na redução do estresse, ele também é considerado uma ferramenta benéfica na mitigação dos sintomas do TEPT (HONG; PARK, 2022).

No contexto do TEPT, o TNFB baseado em EEG é predominantemente utilizado para regular a potência das ondas alfa individualmente ou, alternativamente, a potência das ondas alfa e teta em conjunto. A partir das conclusões dessa revisão, os autores ressaltam que o TNFB por EEG se demonstrou efetivo na abordagem dos sintomas do TEPT, porém enfatizam que são necessárias pesquisas adicionais para estabelecer um protocolo padrão-ouro para a aplicação do TNFB neste tipo específico de transtorno (HONG; PARK, 2022).

A relação entre o estresse e a assimetria frontal tem sido amplamente documentada e respaldada por numerosos estudos na literatura científica. Adicionalmente, o estresse tem sido associado a modificações na atividade cerebral no lobo frontal. Algumas pesquisas têm confirmado que a liberação de cortisol não se mantém equilibrada entre os hemisférios esquerdo e direito do cérebro. Nesse sentido, um protocolo de NFB voltado para a assimetria alfa em áreas cerebrais frontais poderia potencialmente gerar resultados positivos na redução do estresse. (HAFEEZ; ALI; MUMTAZ; MOINUDDIN *et al.*, 2019).

Dessa forma, a quantidade e duração do tempo das sessões de NFB, como a região cerebral avaliada a partir do sistema 1020, ainda não estão bem estabelecidas na literatura. Entretanto, a escolha da interface a ser utilizada para se realizar o TNFB pode ser uma alternativa para auxiliar no estabelecimento dos parâmetros do protocolo de treinamento. A depender da quantidade de eletrodos, sua colocação no

couro cabeludo e/ou testa, e o tipo de aplicação para a qual estão destinadas, as chamadas interfaces cérebro-computador para o NFB podem auxiliar neste processo.

Nesse contexto, os detalhes referentes à quantidade e duração das sessões de NFB, bem como à região cerebral avaliada por meio do sistema 1020, ainda carecem de uma clara definição na literatura para aplicação no estresse. Contudo, a seleção da interface a ser empregada para a realização do TNFB pode representar uma estratégia auxiliar na definição dos parâmetros do protocolo de treinamento. Dependendo do número de eletrodos, de sua localização no couro cabeludo e/ou testa, e do propósito específico para o qual são direcionadas, as interfaces cérebro-computador (ICC) destinadas ao NFB podem desempenhar um papel relevante nesse processo.

2.5 INTERFACE CÉREBRO-COMPUTADOR

Com os avanços tecnológicos, a ICC está se destacando como uma possível abordagem para interpretar as intenções humanas por meio da atividade cerebral. A tecnologia ICC funciona ao interceptar a atividade do sinal elétrico registrado na superfície do couro cabeludo humano e convertê-la em comandos implícitos (ALI, 2023) (Figura 3).

A tecnologia mais adequada para o propósito deste estudo é baseada no método de ICC, que possibilita uma medida rápida da atividade cerebral e oferece NFB ao usuário, por meio de estímulos visuais ou auditivos simples ou ambientes virtuais complexos, para auxiliar na modulação da atividade cerebral e realização de suas intenções.

Um dispositivo disponível no mercado, de uso simples e fácil, com custo relativamente baixo em comparação ao EEG com 21 eletrodos, é o EEG portátil da NeuroSky®. O MindWave Mobile 2 (MWM2) (Figura 4) capta atividades neurais e as decodifica por meio de algoritmos específicos. O único biossensor seco do dispositivo fornece informações sobre os níveis de potência das ondas cerebrais alfa, beta, delta, gama e teta do indivíduo, sendo eficaz para registrar o nível de atenção e meditação (relaxamento) do usuário através da análise da sincronização e dessincronização das ondas cerebrais (GORINI; MARZORATI; CASIRAGHI; SPAGGIARI *et al.*, 2015).

Assim, o MWM2 é capaz de monitorar as frequências das ondas cerebrais e detectar dois estados mentais: atenção e relaxamento. Utilizando o algoritmo

eSense™ desenvolvido pela NeuroSky, o dispositivo caracteriza os estados mentais com base nas frequências das ondas cerebrais. O chip amplifica o sinal bruto das ondas cerebrais, remove ruídos ambientais e movimentos musculares, e, por fim, aplica o algoritmo para interpretar os valores. O dispositivo possui apenas um eletrodo posicionado na linha pré-frontal (Fp1) e um eletrodo de referência no formato de clip na orelha, destinado a ser posicionado no lóbulo da orelha esquerda. A transferência de dados é feita por meio do protocolo *Bluetooth*, possibilitando conexão com computadores e dispositivos móveis (NEUROSKY, 2018).

Figura 3 – Tecnologia ICC

Fonte: Google.com. Acesso em 20 de junho de 2023.

Figura 4 – Dispositivo MindWave Mobile 2

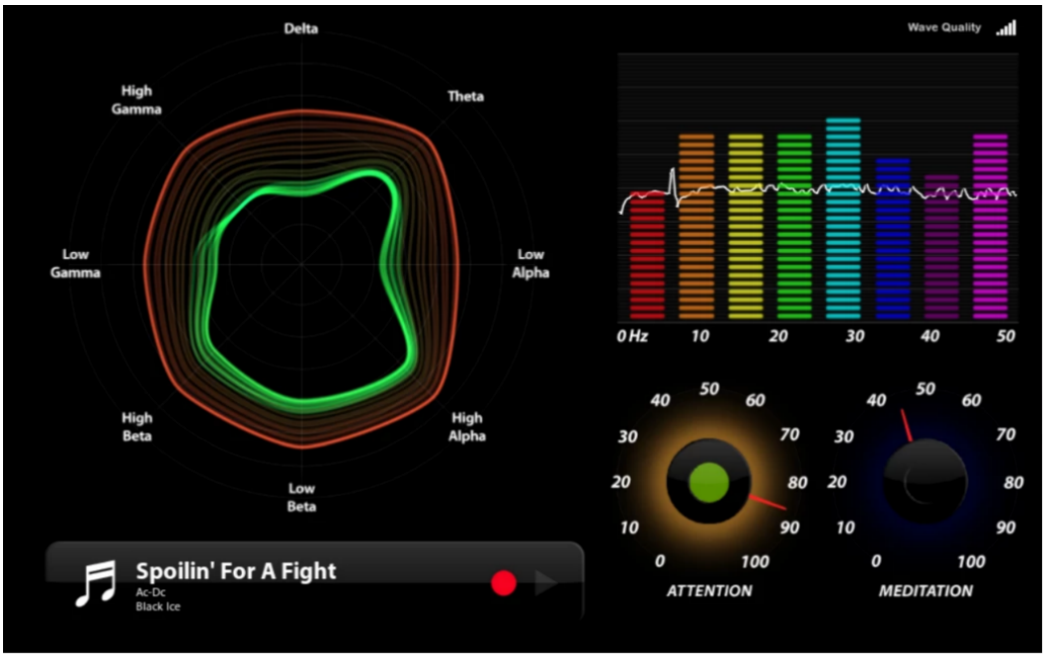
Fonte: NEUROSKY. Disponível em: https://store.neurosky.com/. Acesso em 20 de junho de 2023.

Os níveis de potência das ondas cerebrais podem ser comparados uns aos outros, permitindo a avaliação de sua quantidade relativa e das variações ao longo do tempo. Embora o dispositivo não possa monitorar profundamente e com precisão a

atividade cerebral do EEG, ele demonstra eficácia ao registrar o nível de atenção e relaxamento do usuário por meio da análise da sincronização e dessincronização das ondas cerebrais (ver Figura 5). Além disso, o dispositivo MWM2 é acompanhado por aplicativos envolventes que auxiliam os usuários a aprimorar suas habilidades para alcançar tais estados de atenção e relaxamento, proporcionando *feedbacks* visuais e auditivos específicos em resposta à sua atividade cerebral (GORINI; MARZORATI; CASIRAGHI; SPAGGIARI *et al.*, 2015).

Dentro do conjunto de *softwares* desenvolvidos pela NeuroSky®, destacam-se o *BrainWave Visualizer* 2.0 (BWV) (conforme Figura 5) e o *The Adventures of Neuroboy* (ilustrado na Figura 6), ambos exemplificando aplicações com a habilidade de identificar os níveis de potência das ondas cerebrais alfa, beta, delta, gama e teta, além de registrar o grau de atenção e meditação do usuário. As operações específicas de cada um desses *softwares* podem ser compreendidas mais detalhadamente no Apêndice B.

Figura 5 – Monitoramento das ondas cerebrais e registro dos níveis de atenção e relaxamento



Fonte: NEUROSKY. Disponível em: https://store.neurosky.com/. Acesso em 20 de junho de 2023.

Figura 6 – Tela inicial da aplicação *The Adventures of Neuroboy*

Fonte: O Autor (2023).

2.6 PROTOCOLO DE NFB PARA O BS

Até o momento presente, apenas um estudo conduziu investigações sobre a utilização do NFB em conjunto com a administração de um óleo essencial de efeito relaxante no tratamento do bruxismo do sono (BS), com a avaliação dos níveis de atividade da mieloperoxidase salivar (MPO), um marcador de estresse (MERINO; PARMIGIANI-IZQUIERDO; LÓPEZ-OLIVA; CABAÑA-MUÑOZ, 2019).

Consequentemente, a literatura carece de pesquisas que tenham explorado a aplicação do NFB no gerenciamento do BS, o que resulta na ausência de protocolos de treinamento padronizados para esse propósito.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de natureza observacional, descritiva e transversal, realizado no Laboratório de Motricidade Orofacial do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco. Para todos os participantes foram

fornecidos e coletados os termos de consentimento livre e esclarecido, e a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos sob o N°. 3.828.891 (Anexo A). Todas as coletas de dados foram conduzidas em conformidade com as diretrizes da Declaração de Helsinque e pela Resolução do Conselho Nacional de Saúde/CNS Nº 466/12, ambas para estudos que envolvem seres humanos.

3.1 PROCESSAMENTO DOS DADOS

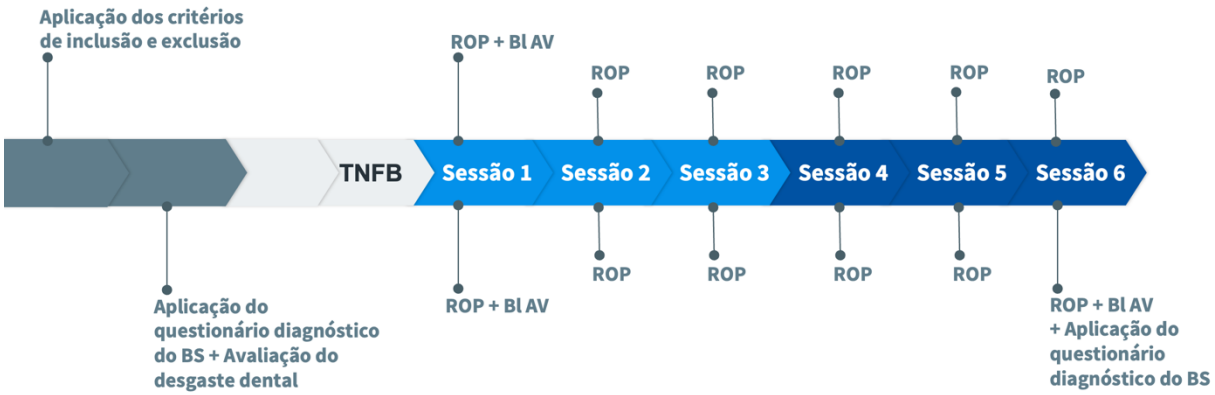
Foi realizado o diagnóstico possível de BS por meio da aplicação de um questionário por um cirurgião-dentista. Ao final do experimento, o questionário foi novamente aplicado. Para o TNFB, foi estabelecido o protocolo de seis sessões, com duração de 20 minutos e realizadas uma sessão por semana. Foram captadas ondas cerebrais predominantes em todas as sessões, antes e após cada treinamento. Este procedimento foi caracterizado como padrão para o TNFB nesta pesquisa.

O bloco avaliativo da musculatura massetérica foi realizada antes do início e imediatamente após a da primeira sessão, e após o término da sexta sessão, com objetivo de avaliar os efeitos imediatos do treinamento (1ª sessão) e da terapia de NFB (1ª a 6ª sessão) sobre a musculatura. O bloco de avaliação da musculatura foi constituído pela medição da temperatura superficial da pele, avaliação do tônus, elasticidade e rigidez, da mobilidade mandibular, força de mordida e da atividade eletromiográfica.

Em cada etapa avaliativa e de treinamento, foi solicitado aos participantes que se sentassem confortavelmente em uma cadeira no laboratório e que mantivessem a postura da coluna de modo ereto e a cabeça em plano de Frankfurt.

A Figura 7 1 ilustra por meio de um fluxograma as etapas e a condução deste estudo.

Figura 7 - Fluxograma da pesquisa. Sequência da terapia de NFB segundo a registro da onda principal (ROP), TNFB e bloco de avaliações da musculatura (Bl AV).



Fonte: O autor (2023).

3.2 PARTICIPANTES

Os indivíduos elegíveis tiveram entre 25 a 44 anos de idade, ambos os sexos e obtiveram diagnóstico provável de bruxismo de BS. Foram excluídos do estudo os aqueles que apresentaram Disfunção Temporomandibular (DTM), doença atual ou de distúrbios neurológicos ou psiquiátricos, histórico de dor musculoesquelética crônica, tratamentos médicos e odontológicos, diagnóstico prévio ou sinais e sintomas de outros distúrbios do sono (como ronco, apneia do sono ou movimentação periódica dos membros), uso de medicamentos prescritos ou drogas com possíveis efeitos no sono ou alterações no comportamento motor, presença de refluxo gastroesofágico e distúrbios alimentares, tabagistas, abuso de álcool, consumo de mais de 3 xícaras de café por dia, alergia ao eletrodo em gel, gravidez, uso de marcapasso ou desfibrilador implantado, perda de mais de 2 dentes posteriores, exceto os terceiros molares, e usuários de próteses parciais ou totais removíveis, amigdalas aumentadas, padrão esquelético classe II ou III.

3.3 MÉTODO DE COLETA DOS DADOS

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) foi lido com o cada voluntário e solicitada sua assinatura. Foi realizada anamnese para coleta de dados sociodemográficos e verificação de possíveis queixas relacionadas ao bruxismo do sono, para aplicação dos critérios de exclusão.

3.3.1 Diagnóstico autorreferido do BS

A avaliação do BS foi realizada por meio de um questionário autoaplicável específico, baseado nos critérios de diagnóstico da Classificação Internacional de Distúrbios do Sono publicados pela Academia Americana de Medicina do Sono (AASM, 2014), sem validação prévia no Brasil. De acordo com esses critérios, a presença de BS é definida quando há o hábito de ranger de dentes à noite associado a pelo menos um dos seguintes sinais e sintomas: desgaste excessivo dos dentes, dor nos músculos da mandíbula, dor nas têmporas e/ou dificuldade em abrir a boca ao acordar.

As perguntas usadas para avaliar o BS são transcritas abaixo:

- Você range os dentes ou alguém da sua família disse que você range os dentes enquanto dorme? (0) Nunca / (1) Raramente / (2) Às vezes / (3) Frequentemente / (4) Não sabe;
- Você tem a impressão de que seus dentes estão mais desgastados do que deveriam? (Sim Não);
- Você sente cansaço ou dor nos músculos da mandíbula ou da boca ao acordar? (Sim/Não);
- Você sente dor nas têmporas (lados da cabeça, acima das orelhas) quando acorda? (Sim/Não);
- Você tem dificuldade em abrir a boca quando acorda? (Sim/Não).

A presença do hábito de ranger de dentes à noite foi confirmada quando a resposta à primeira pergunta foi "às vezes" ou "frequentemente", e o diagnóstico de BS possível foi estabelecido quando o ranger de dentes ocorre à noite e está associada a pelo menos uma resposta positiva ("sim") a qualquer uma das perguntas acerca dos sinais e sintomas.

3.3.2 TNFB e captura das ondas cerebrais

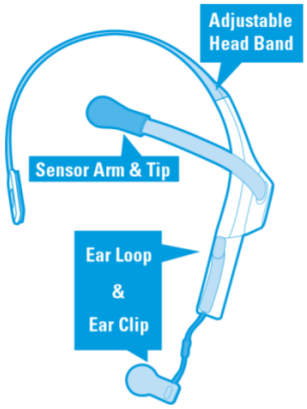
3.3.2.1 Ajustes do dispositivo de NFB

O TNFB e o registro de ondas foram realizados utilizando-se do dispositivo MWM2 (NeuroSky, Inc., Califórnia, Estados Unidos) (Figura 8), o qual permitiu o monitoramento das frequências de onda cerebrais. Todos os adornos na região de cabeça e pescoço dos participantes foram retirados e uma touca descartável foi acomodada na cabeça. Em seguida, a pele foi limpa com e gaze e álcool 70%, a fim de se evitar interferências por meio de quaisquer produtos sobre a pele, pele morta ou detritos.

O dispositivo foi acoplado à cabeça com o braço sensor ajustado à testa do lado esquerdo. O braço sensor foi girado em cerca de 90 graus (Figura 9A), com arco da cabeça (Figura 9B) ajustado para obtenção do melhor encaixe sobre a cabeça. A alça de borracha do ouvido foi posta atrás da orelha esquerda e, em seguida, o clip de orelha preso no lóbulo da orelha (Figura 9C). A ponta do biossensor seco foi ajustada de firmemente à pele, de modo que não se movesse e mantivesse contato direto com a testa durante toda a sessão (Figura 10A). Foi certificado se os dois contatos de metal da parte interna do clip de orelha estavam em contato com a pele do lóbulo (NEUROSKY, 2018).

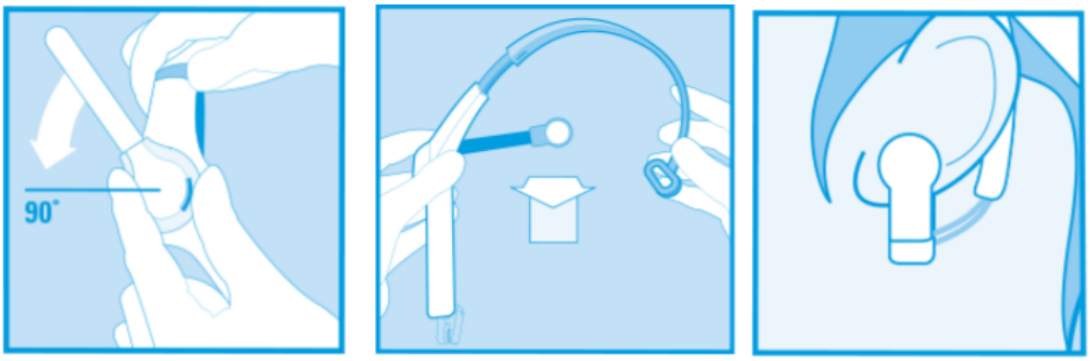
Antes de sua utilização, o dispositivo foi verificado para se averiguar o ajuste ideal sobre a cabeça para se obter o encaixe e conforto adequados e, dessa forma permitir a medição adequada dos estados mentais dos indivíduos (Figura 10B) (NEUROSKY, 2018).

Figura 8 – Componentes do dispositivo MWM2



Fonte: MindWave Mobile 2: Manual do Usuário. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://download.neurosky.com/public/Products/MindWave%20Mobile%202/MindWave%20Mobile%202%20User%20Guide%20.pdf. Acesso em 20 de junho de 2023.

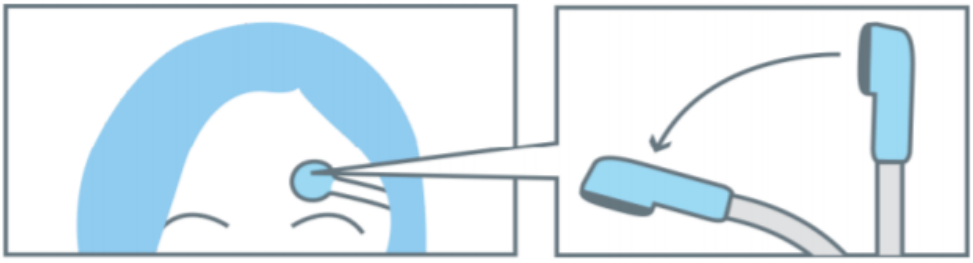
Figuras 9A, B e C – Ajuste do dispositivo MWM2



(A) (B) . (C)

Fonte: MindWave Mobile 2: Manual do Usuário. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://download.neurosky.com/public/Products/MindWave%20Mobile%202/MindWave%20Mobile%202%20User%20Guide%20.pdf. Acesso em 20 de junho de 2023.

Figuras 10A e B – Ajuste do dispositivo MWM2



(A)

(B)

Fonte: MindWave Mobile 2: Manual do Usuário. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://download.neurosky.com/public/Products/MindWave%20Mobile%202/MindWave%20Mobile%202%20User%20Guide%20.pdf. Acesso em 20 de junho de 2023.

3.3.2.1 Protocolo da Terapia de NFB

Para a realização do registro de ondas cerebrais predominantes e TNFB, foi utilizado o dispositivo MWM2. Todas as orientações e recomendações do fabricante acerca do ajuste do dispositivo à cabeça e preparação do indivíduo para uso do equipamento foram seguidas.

O dispositivo foi conectado ao *notebook* (Lenovo®), com o sistema operacional Windows® 10. Para o registro das ondas cerebrais predominantes foi utilizado o *software* BWV 2.0 (Figuras 11A e B), com o protocolo de gravação das ondas estabelecido por dois minutos em cada momento de registro. O som do *notebook* foi desligado para que a melodia não se tornasse uma variável confundidora no momento do registro das ondas. Ao final da gravação, a cor obtida era comparada às cores já relacionadas às frequências de ondas do *software*, sendo possível, assim, registrar a onda principal.

Considerando que a assimetria alfa na área cerebral frontal pode potencialmente gerar resultados positivos na redução do estresse (HAFEEZ; ALI; MUMTAZ; MOINUDDIN *et al.*, 2019), justifica-se a escolha do MWM2, o qual situa seu biossensor na linha pré-frontal (Fp1) e é capaz de identificar os níveis de potência das ondas cerebrais alfa, beta, delta, gama e teta do indivíduo, e eficaz no registro do nível de atenção e meditação do usuário.

Até o momento, ainda não há na literatura o estabelecimento de um protocolo considerado padrão-ouro de NFB voltado para diminuição do estresse (HONG; PARK, 2022), como também nenhum voltado para o manejo do BS. Assim, para as sessões de TNFB, foi utilizado o jogo computacional Aventuras do NeuroBoy (NeuroSky, Inc.), cujo objetivo foi o de levitação de objetos na arena do NeuroBoy por 20 minutos, pelo maior tempo possível e o mais alto possível (Figuras 12A e B). O treinamento foi conduzido uma vez por semana, totalizando seis sessões. A configuração do número, duração e periodicidade das sessões foi baseada em proporcionar uma melhor adesão dos participantes ao experimento.

Figuras 11 A e B – Registro de onda principal pelo BWV 2.0

(A)

(B)

Fonte: O Autor (2023).

Figuras 12A e B – TNFB com levitação de objetos no jogo Aventuras do NeuroBoy

(A)

(B)

Fonte: O Autor (2023).

3.3.3 Avaliações dos músculos masseteres

3.3.3.1 Temperatura superficial da pele

A máquina térmica FLIR C2 (Teledyne FLIR®) (Figura 13) foi utilizada para medir a temperatura da pele. Os participantes permaneceram no laboratório por no mínimo 15 minutos para aclimatação antes da avaliação, com a temperatura ambiente

controlada entre 20°C e 23°C. Durante a avaliação, os participantes foram instruídos a remover quaisquer adornos na cabeça e pescoço, bem como produtos cosméticos sobre a pele.

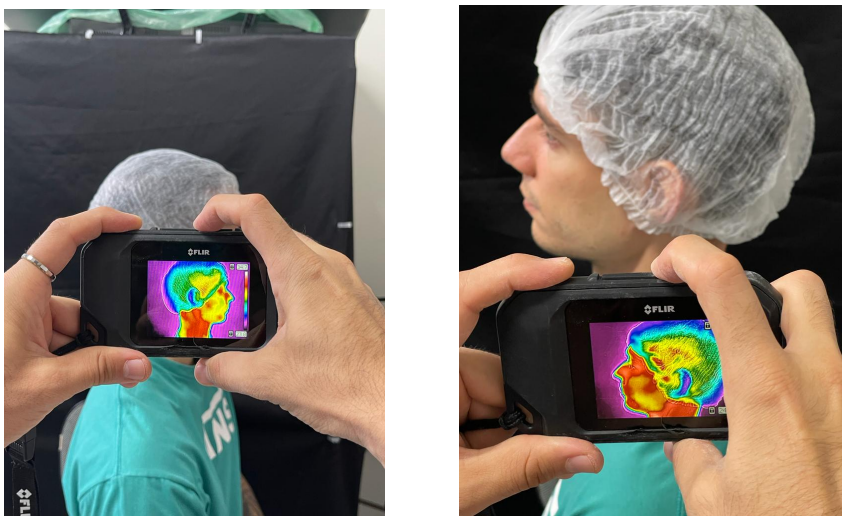
Figura 13 – Máquina FLIR C2

Fonte: Google Imagens. Disponível em: Google.com. Acesso em 20 de junho de 2023.

Eles também foram orientados a evitar atividade física uma hora antes da avaliação e a não consumir bebidas quentes, alcoólicas ou grandes refeições 30 minutos antes do procedimento. Os participantes foram posicionados de forma confortável em uma cadeira, mantendo a mesma posição descrita anteriormente.

Uma touca descartável foi colocada na cabeça, cobrindo as orelhas e os cabelos, e os termogramas foram realizados a uma distância de 30 cm do rosto, com os masseteres centralizados bilateralmente (Figuras 14A e B). As imagens foram analisadas utilizando o *software* FLIRTools+, onde uma área retangular foi selecionada para medir a temperatura média dos masseteres em graus Celsius.

Figuras 14A e B – Avaliação temperatura da pele dos masseteres



(A) (B)

Fonte: O Autor (2023).

3.3.3.2 Medidas de Tônus, rigidez e elasticidade muscular

A avaliação do tônus dos masseteres foi conduzida utilizando o dispositivo MyotonPRO (Myoton©) (Figura 15). Com o indivíduo sentado e devidamente posicionado, a medição foi realizada na região do ventre muscular dos masseteres em ambos os lados da face. O aparelho foi posicionado perpendicularmente à pele e a avaliação foi realizada utilizando o modo *multiscan*, no qual a sonda de medição gerou cinco perturbações na pele (Figura 16). Dessa forma, foi possível obter a média da frequência da oscilação (em Hertz), da rigidez (em Newton/metro) e da elasticidade (decréscimo logarítmico da oscilação natural) dos masseteres.

Figura 15 – Aparelho MyotonPRO

Fonte: Google Imagens. Disponível em: Google.com. Acesso em 20 de junho de 2023.

Figura 16 – Avaliação do tônus muscular

Fonte: O Autor (2023).

3.3.3.3 Mobilidade mandibular

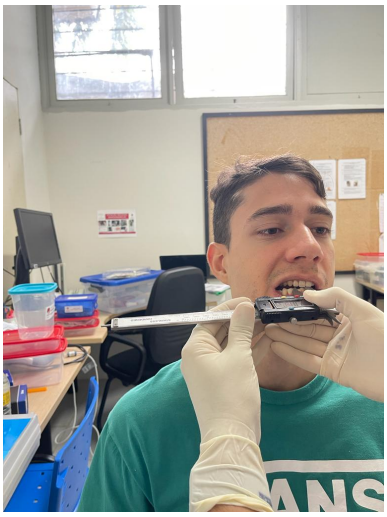
A mobilidade mandibular foi avaliada utilizando um paquímetro digital MTX 150mm (MTX®) (Figura 17). Os participantes foram posicionados sentados, e em seguida, foram medidas a amplitude máxima de abertura bucal e a lateralização da mandíbula para a direita e esquerda (Figuras 18A e B). As medidas foram registradas em milímetros.

Figura 17 – Paquímetro MTX 150mm

Fonte: Google Imagens. Disponível em: Google.com. Acesso em 20 de junho de 2023.

Figuras 18A e B – Avaliação da mobilidade mandibular

(A)
Amplitude máxima de abertura



(B)
Lateralização

Fonte: O Autor (2023).

3.3.3.4 Eletromiografia de superfície e força de mordida

O registro eletromiográfico foi realizado por meio do aparelho Miotool 400 – 8 canais (Miotec®) (Figura 19) com o *software* computacional Miograph 2.0; dois sensores SDS500 de conexão por garras acopladas aos eletrodos de superfície descartáveis Meditrace (Kendall™), posicionados na porção central dos masseteres bilateralmente; cabo de conexão USB entre o aparelho e o notebook; cabo de referência (terra) acoplado no eletrodo posicionado no epicôndilo medial; calibrador; um sistema de aquisição de dados provido da possibilidade de seleção de oito ganhos independentes por canal, no qual foi utilizado o ganho de 1000; e filtro passa-banda 20-500 com interferências eliminadas a partir do filtro Notch; estando todos apoiados sobre uma mesa no laboratório.

Com o participante posicionado, a pele da região dos masseteres e epicôndilo medial foram previamente limpas com álcool 70%, com objetivo de minimizar a impedância. A eletromiografia de superfície (EMGs) foi realizada na máxima intercuspidação habitual (10s), mastigação livre (10s), mastigação unilateral direita (10s) e esquerda (10s), fornecendo 25 gramas de pão aos participantes, com intervalo de dez segundo antes de iniciar o protocolo e cinco segundos entre as avaliações (Figuras 20A e B).

A captação da contração voluntária máxima (CVM) dos músculos masseteres foi realizada para normalização do sinal. Foi utilizado um rolete de algodão de 10 mm entre os primeiros e segundos molares bilateralmente e pedido para que os indivíduos mordessem com a máxima força possível o algodão, por três vezes consecutivas, com intervalo de cinco segundos entre elas, sendo escolhido o valor intermediário entre os três obtidos. Os resultados obtidos pelo sinal gerado pela atividade elétrica muscular foram normalizados pela CVM, sendo possível visualizá-los por valores percentuais da atividade elétrica utilizada em cada prova.

A força de mordida também foi aferida utilizando-se o Miotool 400, por meio do sensor SDS1000, integrado ao *software* Miograph 2.0. O sensor possui capacidade de registro da força máxima obtida durante a execução da mordida. Os sensores foram envoltos em um filme plástico, descartados a cada sessão.

Para coleta, foi solicitado o mesmo posicionamento do tronco e cabeça dos participantes, orientado o posicionamento e acomodação das células de carga na região dos primeiros molares inferiores e pedida a execução de três apertamentos dentários com força máxima na célula de carga para normalização do sinal por meio da CVM. Após, com as células ainda em posição, o protocolo de aferição foi aplicado e consistiu em cinco segundos em repouso e cinco segundos em apertamento dentário com força máxima. Os dados gerados foram analisados em kgf.

Figura 19 – Aparelho Miotool 400

Fonte: Google Imagens. Disponível em: Google.com. Acesso em 20 de junho de 2023.

Figuras 20A e B – Avaliação da eletromiografia de superfície

(A)

(B)

Fonte: O Autor (2023).

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram tabulados e analisados através do *software* RStudio (RStudio 4.3.1, Posit Software©, Boston, MA). As variáveis numéricas foram representadas pelas medidas descritivas. O teste t-Student pareado foi usado para variáveis com dados normalmente distribuídos, e o teste Wilcoxon Signed-Rank foram usados para variáveis com dados não normalmente distribuídos. O nível de significância estatística foi definido como $p<0,05$.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGO 1 - NEUROFEEDBACK THERAPY USED TO TREAT SLEEP BRUXISM IN ADULT SUBJECTS: A SCOPING REVIEW PROTOCOL

(Publicado na Revista CEFAC – Qualis B1)

REVISTA CEFAC
SPEECH, LANGUAGE, HEARING SCIENCES AND EDUCATION JOURNAL
Rev. CEFAC. 2022;24(4):e3522 https://doi.org/10.1590/1982-0216/20222443522

Review articles

Neurofeedback therapy used to treat sleep bruxism in adult subjects: a scoping review protocol

Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros[1]
https://orcid.org/0000-0002-3407-1021
Lívia Mirele Barbosa[2]
https://orcid.org/0000-0002-8992-2890
Daniele Andrade da Cunha[1]
https://orcid.org/0000-0002-3987-9740
Hilton Justino da Silva[1]
https://orcid.org/0000-0002-6852-3233

[1] Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil.
[2] Universidade de Pernambuco - UPE, Recife, Pernambuco, Brasil.

Conflict of interests: Nonexistent

CC BY

ABSTRACT

Purpose: to identify evidence regarding the treatment of sleep bruxism with neurofeedback, as well as gaps in such evidence, through mapping studies, and how treatment protocols were performed.

Methods: the proposed review will be conducted in accordance with the JBI methodology for scope reviews. The search strategy will aim to locate published and unpublished studies. The main databases to search include MEDLINE, Embase, LILACS, PsycINFO, Web of Science and Scopus. Gray literature and relevant materials will be included. Two independent reviewers will select titles and abstracts for evaluation, according to the inclusion criteria for the review. The search results will be reported and presented in a PRISMA flowchart. Data will be extracted from materials included in the scoping review using a data extraction tool. The results found will be presented in an organized table with the variables, with data being presented through diagrams, narratives and tables.

Conclusion: a narrative summary will be performed that will accompany the tabulated results and describe the relationship of these results with the objectives and questions of this scoping review, that may lead to encouraging further research on this topic, bringing a new clinical approach evidence to the management of sleep bruxism.

Keywords: Sleep Bruxism; Neurofeedback; Biofeedback, Psychology; Bruxism

Received on: June 28, 2022
Accepted on: September 5, 2022

Corresponding address
Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros
Avenida Múcio Uchôa Cavalcanti, 510 - Engenho do Meio
Zip Code: 50731-540 - Recife, Pernambuco, Brazil
E-mail:jhonyherick@gmail.com

INTRODUCTION

According to the most current international consensus on bruxism, sleep bruxism (SB) is defined as the activity of the masticatory muscles during sleep, characterized as rhythmic or non-rhythmic, and should not be considered a movement disorder or a sleep disorder in healthy individuals. When the behavior is associated with other clinical conditions related to sleep, a more careful assessment is usually performed[1]. SB has a prevalence between 1.1% and 15.3% in the adult population[2], without predilection for sex, with prevalence decreasing with increasing age[3].

The etiology for SB is considered to be multifactorial, with many underlying mechanisms that may play a role in its genesis, such as caffeine, alcohol and tobacco consumption, esophageal acidification and passive smoking[2]. Currently, it is considered that, for wakefulness bruxism, psychosocial aspects seem to have some influence on its genesis, while the activation of the central/autonomic nervous system may be the main factor involved in the origin of SB[4].

Regarding treatment, it is important to note that SB does not require intervention, however, when problems related to bruxism arise, its management is indicated. As treatment modalities, the literature proposes the use of occlusal splints, the use of occlusal devices in individuals with obstructive sleep apnea, pharmacological interventions, behavioral interventions[5], among others. The current belief is based on the perception that SB has its origin mainly in the central nervous system, thus, behavioral strategies seem to be a promising type of approach in the management of sleep bruxism, as they can directly alter the individual's behavior[6]. One of the behavioral techniques is biofeedback, which aims to provide immediate information to individuals about their behavior, based on their own physiological stimuli, enabling their reduction[5].

In this way, from the process of using the individual's own biological signals to achieve a change in their physiological functioning, biofeedback works with the assumption that bruxers can modify their behavior when a stimulus, visual or auditory, for example, makes them aware of their excessive jaw muscle activity[6]. When the physiological activity is neurophysiological, biofeedback is called neurofeedback (NF), and this technique thus allows the individual to modulate their brain activities[7]. Neurofeedback therapy (NFT) targets brain and cognitive functions through the use of electroencephalography (EEG), hence neurofeedback is sometimes referred to as EEG biofeedback[8].

Thus, TNF can be considered as a method that can regulate brain activity with the aim of directly altering relevant behaviors and neural mechanisms, such as cognition. In healthy individuals, NF can provide a method of cognitive enhancement. However, it can also be used as a significant therapeutic tool to normalize the brain activity of individuals during their treatment[9]. In this way, NFT could help sleep bruxers to manage their episodes of masticatory muscle activity during sleep, on the assumption that they consciously adapt their brainwave activity to achieve targeted training goals.

In view of the published studies on biofeedback, a systematic review (SR) published in 2014 by Wang and colleagues[10] aimed to identify and analyze randomized clinical trials, quasi-randomized clinical trials and controlled clinical trials performed in humans, with the objective of evaluating the effectiveness of any biofeedback treatment for sleep bruxism. Later, the SR published in 2018 by Jokubauskas and Baltrušaitytė[3] updated the research published by Wang and colleagues, however, the authors considered all published studies peer-reviewed. None of the reviews obtained in their results the selection and/or inclusion of any work that has approached neurofeedback as a way of managing sleep bruxism. Therefore, a preliminary search was performed by the authors of this review in PROSPERO, MEDLINE, Joanna Briggs Institute (JBI) Evidence Synthesis, and PsycINFO and no systematic and scoping current or ongoing reviews were identified regarding neurofeedback therapies for the treatment/management of sleep bruxism.

Given the significant gaps in current knowledge about the use of neurofeedback to manage sleep bruxism, it is important to evaluate published and unpublished peer-reviewed studies to summarize the current state of knowledge and identify gaps. This scoping review aims to identify in the published and unpublished literature studies that have addressed neurofeedback treatment for sleep bruxism in adult subjects. This review will identify evidence for neurofeedback treatment for SB, as well as gaps in such evidence, through study mapping. Furthermore, this review will identify how SB treatment protocols with neurofeedback were performed and whether the treatment was associated with other therapies for SB. The purpose of this review was established following the Population, Concept, and Context (PCC) mnemonic, as recommended by the JBI for Scoping Reviews[11], being (P): adult sleep bruxers, (C): neurofeedback therapy

and (C): any context that addresses the management of sleep bruxism with neurofeedback therapy in adult subjects.

METHODS

As it is a scope review protocol, not involving direct participation of human beings, the review does not require approval from the research ethics committee of the home institution. The proposed scoping review will be conducted in accordance with the JBI methodology[11]. The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses for Scoping Reviews (PRSMA-ScR) criteria will be used to guide reporting of the scoping review findings[12]. The review protocol was registered in the Open Science Framework: https://osf.io/e936z.

Review Questions

Are there any studies in the literature that used neurofeedback (electroencephalography biofeedback) therapy for sleep bruxism in adults?

I. What is the evidence on neurofeedback therapy for the treatment of sleep bruxism?

II. How were neurofeedback training protocols performed?

Inclusion Criteria

Participants

This review will consider primary studies that include adult individuals (18 years of age or older), of both sexes, with a diagnosis of sleep bruxism having been performed in an instrumental or non-instrumental way. Secondary studies that focus on adult sleep bruxers of both sexes will also be considered.

According to the most current international consensus[1], non-instrumental approaches include self-report (questionnaires, oral history) and clinical inspection, both for sleep and wakefulness bruxism. Instrumental approaches to sleep bruxism include electromyographic recordings during sleep and such recordings from polysomnography laboratories. These will be considered diagnoses.

Thus, studies that encompass only pediatric and hebiatric individuals (under 18 years of age) as the population studied will be excluded, as well as those who did not perform the diagnosis of bruxism in a non-instrumental or instrumental way, or who did not explicitly inform how they performed the bruxism diagnosis.

Concept

The main concept of interest in this scoping review is to specify how neurofeedback therapy has been used to treat sleep bruxism in adult subjects. Health treatment is defined as a set of means (therapies) used to overcome a disease, with the objective of improving health through the identification and treatment of problems that have already generated symptoms or complications in the individual. In this way, neurofeedback therapy is defined as a set of operant conditioning techniques, through a computational interface, used in the learning of voluntary control of specific neurophysiological responses of the bruxer, in order that the individual can learn to modify his behavior. of bruxism for their own benefit. For bruxism, the physiological stimuli captured can be muscular (electrical signals) and brain (brain waves), with biofeedback modalities such as electromyography and electroencephalography respectively, the latter being neurofeedback. The authors of this review will determine whether neurofeedback therapy was performed alone or in combination with other types of treatment for bruxism.

Context

This review will explore and consider evidence from published and unpublished literature in any context that addresses the management of sleep bruxism with neurofeedback therapy in adult subjects. This will allow the identification of the therapies used, whether the therapies were performed in isolation or associated with other ways of treating bruxism, as well as the available evidence.

Types of sources

This scoping review will consider published peer-reviewed primary studies that report on the management of sleep bruxism with neurofeedback therapy in the age group 18 years and older. The studies considered should inform how the assessment for the diagnosis of sleep bruxism was performed, whether non-instrumental or instrumental. Systematic reviews targeting the described population and concept, such as the gray literature, will also be considered. Animal studies, in vitro studies, letters to the editor and expert opinions will not be included in this review. Only full-text

research published in English, Portuguese, Spanish and French will be included for this review, due to the fluency of the languages by the independent reviewers. As for the evidence, there will be no restrictions on the date or country of origin of the studies, so that the entire scope of existing research can be included.

Search Strategy

The search strategy was developed with the help of a health sciences librarian and will aim to locate published and unpublished studies. An initial limited search through MEDLINE (via PubMed) and PsycINFO was performed to identify relevant articles on the topic. The text words contained in the titles and abstracts of relevant articles and the indexing terms used to describe the articles were used to develop a complete search strategy for the electronic databases MEDLINE (via PubMed), EMBASE, LILACS, Web of Science, PsycINFO and Scopus. The search strategy, including all keywords and indexing terms identified, will be adapted for each database included. The search strategy developed for MEDLINE can be found in Chapter 1.

Chapter 1

Sources of unpublished studies and gray literature to be searched will include a search on Google Scholar, ProQuest, Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations and Clinical Trials. This survey will be conducted to identify potentially relevant gray literature. Key subject terms will be searched and relevant evidence and materials will be collected until the reviewer examines 20 results without identifying a potentially relevant work.

The listed references of all studies included in the scoping review will be selected and analyzed in order to identify potentially useful studies and sources that could be included. If necessary, authors of primary studies will be contacted for further clarification of information.

Chapter 1. MEDLINE Search Strategy

Search Number	Query	Results Retrieved
#3	#1 AND #2	80
#2	(Biofeedback psychology[MeSH Terms]) OR (Alpha Biofeedback[MeSH Terms]) OR (Neurofeedback[MeSH Terms]) OR (EEG Biofeedback[MeSH Terms])	12.454
#1	(Bruxism[MeSH Terms]) OR (Sleep Bruxism[MeSH Terms]) OR (grinding disorder, teeth[MeSH Terms]) OR (grinding disorders, teeth[MeSH Terms]) OR (teeth grinding disorders[MeSH Terms]) OR (bruxism, sleep[MeSH Terms]) OR (sleep bruxism[MeSH Terms]) OR (nocturnal teeth grinding disorder[MeSH Terms]) OR (teeth grinding disorder, nocturnal[MeSH Terms]) OR (bruxism, nocturnal[MeSH Terms]) OR (nocturnal bruxism[MeSH Terms]) OR (sleep-related bruxism[MeSH Terms]) OR (bruxism, sleep-related[MeSH Terms]) OR (sleep related bruxism[MeSH Terms]) OR (Awake Bruxism[MeSH Terms]) OR (sleep bruxism, adult[MeSH Terms]) OR (adult sleep bruxism[MeSH Terms]) OR (adult sleep bruxisms[MeSH Terms])	3.223

Source: authors (2022)

Study/source of evidence selection

All identified citations will be uploaded and grouped into EndNote v.X9 (Clarivate Analytics, PA, USA), and duplicates removed. Afterwards, the titles and abstracts of the studies found through the search strategy will be screened, based on the established inclusion and exclusion criteria, by two independently trained reviewers (JHCNN and LMB). Potentially relevant studies, with full texts available in English, Portuguese, Spanish and French, will be retrieved and their citation details imported into the JBI System for the Unified Management, Assessment and Review of Information (JBI SUMARI; JBI, Adelaide, Australia)[13]. If systematic reviews are identified in the search, the relevant studies will be extracted and analyzed individually and separately from the review, and will be used for identification and inclusion of individual studies and evidence extraction. The reasons for excluding full-text studies that do not meet the inclusion criteria will be recorded and reported in the scoping review. They will then verify

all information found and, in case of disagreement, consensus will be established through discussion or with a third reviewer, for eligibility.

The results of the search will be reported in full in the final report and presented in a Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) flow diagram[12].

Data extraction

Data will be extracted from articles included in the scoping review by two independent reviewers using a data extraction tool developed by the reviewers. The extracted data will include specific details about the population, concept, context, study methods and key recommendations relevant to the purpose of the review. An outline chart table is provided (Chapter 2). The draft data extraction tool will be modified and revised as necessary during the data extraction process for each included study[11]. Modifications will be detailed in the full scope review report. Any disagreements that arise between reviewers will be resolved through discussion or with a third reviewer. Authors of articles will be contacted to request missing or additional data, when necessary.

Chapter 2

Data analysis and presentation

To address the data referring to primary research, the results will be presented in a table format and will be organized with the starting category and the measured outcome variables and, within these categories, according to the study design or type of work. Data will be presented through diagrams, narratives and tables. Data extracted from studies will include year of publication, country of origin, study type and participants. Data extracted on neurofeedback treatments for sleep bruxism in adult subjects will include sleep bruxism diagnostic method, details about neurofeedback performed such as number of channels used, brain waves assessed and training protocol. A narrative summary will be performed that will accompany the tabulated results and describe the relationship of these results with the objectives and questions of this scoping review.

Chapter 2. Data Extraction Instrument

Study Characteristics	
First author and year	
Institution/organization	
Country	
Source of information (e.g., (MEDLINE/Scopus, gray literature – specify source organization)	
Study design	
Study objective/aim	
Primary outcome	
Participant Details	
Range and mean age	
Gender	
Number	
Sleep Bruxism Details	
Diagnostic method	
Treatment/management (whether neurofeedback alone or in combination with other treatments)	
Neurofeedback Details	
Interface used	
Session details	
Key findings post-neurofeedback therapy	
Level of evidence	

Source: authors (2022)

DISCUSSION

The scientific literature provides evidence about the use of different types of biofeedback for the management of sleep bruxism[10,13], however, there is a gap regarding the use of neurofeedback therapy in this population. Through the current belief that the activation of the central/autonomic nervous system may be the main factor in the origin of sleep bruxism[4], behavioral therapy through neurofeedback may be promising for the management of SB.

Based on this assumption, due to the scarcity of studies that address the subject, the choice of carrying out a scope review is interesting, considering that one of the objectives of this research methodology is to identify gaps in the knowledge base, provide an overview of the evidence through the mapping of available evidence, which can be performed from any source of knowledge and research methodology[11,14]. Therefore, the review may guide future research on the management of sleep bruxism through neurofeedback therapy, bringing evidence that can guide clinical practice.

Thus, this review aims to answer the research questions listed in the protocol from the identification of studies that used neurofeedback as a therapy for sleep bruxism in adult individuals, the available evidence and how the training protocols were performed. For this, it was established that the diagnosis of bruxism, by instrumental or non-instrumental way, must be declared in the research, which will bring greater transparency and security in the results found.

The publication of this scope review protocol follows the methodological precepts of the JBI, which allows greater transparency of the review process and its reproduction. Thus, this protocol provides the review plan for the scope review and it becomes important to limit the occurrence of reporting bias. If changes to this protocol are made during its course, these will be explained in the review[11,14].

The studies listed for the review will be approached in a descriptive way, it is not possible to carry out a qualitative analysis using the proposed methodology for a scope review, nor will the risk of bias be evaluated. In addition, if the search strategy needs to be modified during the review process, this will be done to suit the purpose of the review.

The results of this review will provide a current overview of the use of neurofeedback therapy in the management of sleep bruxism in adult individuals, and may not imply, since qualitative analyzes will not be performed, but rather inform parameters for clinical practice, as well as subsidize further research.

CONCLUSION

This scope review protocol followed all the methodological precepts for the elaboration of this type of study and is now ready to be executed. The results found will be presented in an organized table with the variables, with data being presented through diagrams, narratives and tables. The review performed will present and summarize the current state of knowledge on the topic and identify gaps in the scientific evidence and, thus, may encourage further research on this topic, which may bring a new clinical approach to the management of sleep bruxism.

REFERENCES

1. Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, Wetselaar P, Glaros AG, Kato T et al. International consensus on the assessment of bruxism: report of a work in progress. J Oral Rehabil. 2018;45(11):837-44. DOI: 10.1111/joor.12663
2. Melo G, Duarte J, Pauletto P, Porporatti AL, Stuginski-Barbosa J, Winocur E et al. Bruxism: an umbrella review of systematic reviews. J Oral Rehabil. 2019;46(7):666-90. DOI: 10.1111/joor.12801
3. Jokubauskas L, Baltrusaityte A. Efficacy of biofeedback therapy on sleep bruxism: a systematic review and meta-analysis. J Oral Rehabil. 2018;45(6):485-95. DOI: 10.1111/joor.12628
4. Gouw S, de Wijer A, Kalaykova SI, Creugers NHJ. Masticatory muscle stretching for the management of sleep bruxism: a randomised controlled trial. J Oral Rehabil. 2018;45(10):770-6. DOI: 10.1111/joor.12694
5. Beddis H, Pemberton M, Davies S. Sleep bruxism: an overview for clinicians. Br Dent J. 2018;225(6):497-501. DOI: 10.1038/sj.bdj.2018.757
6. Jokubauskas L, Baltrušaitytė A, Pileičikienė G, Žekonis G. Interrelationships between distinct circadian manifestations of possible bruxism, perceived stress, chronotype and social jetlag in a population of undergraduate students. Chronobiol Int. 2019;36(11):1558-69. DOI: 10.1080/07420528.2019.1660356

7. Micoulaud-Franchi JA, Batail JM, Fovet T, Philip P, Cermolacce M, Joumard-Hakopun A et al. Towards a pragmatic approach to a psychophysiological unit of analysis for mental and brain disorders: an EEG-Copeia for neurofeedback. Appl Psychophysiol Biofeedback. 2019;44(3):151-72. DOI: 10.1007/s10484-019-09440-4
8. Renton T, Tibbles A, Topolovec-Vranic J. Neurofeedback as a form of cognitive rehabilitation therapy following stroke: a systematic review. PloS one. 2017;12(5):e0177290. DOI: 10.1371/journal.pone.0177290
9. Pei G, Wu J, Chen D, Guo G, Liu S, Hong M et al. Effects of an integrated neurofeedback system with dry electrodes: EEG Acquisition and Cognition Assessment. Sensors (Basel). 2018;18(10):3396. DOI: 10.3390/s18103396
10. Wang LF, Long H, Deng M, Xu H, Fang J, Fan Y et al. Biofeedback treatment for sleep bruxism: a systematic review. Sleep Breath. 2014;18(2):235-42. DOI: 10.1007/s11325-013-0871-y
11. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil H. Chapter 11: scoping reviews (2020 version). In: Aromantis E, Munn Z, editors. Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual: JBI; 2020. DOI: 10.46658/JBIMES-20-12
12. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. Ann Intern Med 2018;169(7):467-73. DOI: 10.7326/M18-0850
13. Piper C. System for the Unified Management, Assessment, and Review of Information (SUMARI). J Med Libr Assoc. 2019;107(4):634-6. DOI: 10.5195/jmla.2019.790
14. Peters MDJ, Marnie C, Tricco AC, Pollock D, Munn Z, Alexander L et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. JBI Evid Synth. 2020;18(10):2119-26. DOI: 10.11124/JBIES-20-00167.

ARTIGO 2 - NEUROFEEDBACK THERAPY USED IN THE MANAGEMENT OF SLEEP BRUXISM IN ADULTS: A SCOPING REVIEW

(Enviado à Revista *Journal of Oral Rehabilitation*)

Neurofeedback Therapy used in the management of Sleep Bruxism in adults: A scoping review

Neurofeedback in sleep bruxism management

Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros [†]; Lívia Mirelle Barbosa [‡]; Aline Natallia Simões de Almeida [†]; Alana Moura Xavier Dantas [†]; Daniele Andrade da Cunha [§]; Hilton Justino da Silva [†].

[†] Graduate Program in Dentistry – Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil; [‡] Graduate Program in Dentistry – University of Pernambuco, Recife, Brazil; [§] Department of Speech Therapy - Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

Correspondence: Mr. J. H. C. N. Negreiros, Graduate Program in Dentistry – Federal University of Pernambuco, Avenida Múcio Uchôa Cavalcanti, 510 – Recife, Pernambuco, Brazil. ZIP Code 50731-540. E-mail: jhonyherick@gmail.com.

Contribution made by each author:

Text writing and data collection: Negreiros, J. H. C. N. and Barbosa, L. M.

Tabulation and creation of tables and graphs: Almeida, A. N. S. and Dantas, A. M. X.

Proofreading and adding significant parts: Cunha, D. A. and Silva, H. J.

Conflict of interest statement:

Author responsible for submitting the manuscript and all co-authors who present themselves here declare that there is no conflict of interest

Data availability statement:

Data sharing not applicable – no new data is generated or the article describes entirely theoretical research

Abstract

Background: Based on the theory that sleep bruxism is regulated by the central nervous system, neurofeedback, as a behavioral strategy, can be promising in the management of sleep bruxism.

Objectives: This scoping review aimed to investigate the state of the art of studies on the management of sleep bruxism by neurofeedback therapy, its evidences, and identify how neurofeedback protocols were performed and, if them were associated with other therapies to manage the sleep bruxism.

Methods: Databases (MEDLINE, EMBASE, LILACS, Web of Science, PsycINFO and Scopus) and sources of unpublished studies and gray literature (Google Scholar, ProQuest, BDTD and ClinicalTrails) were used to identify studies written in English, Portuguese, Spanish and French on the topic, with no restrictions on the date or country of origin of studies. The articles were analyzed by two reviewers using a protocol to extract details related to the population, concept, context, study methods and key recommendations relevant to the purpose of the review. Descriptive statistics and narrative synthesis were utilized to report the results.

Results: Was identified 181 studies in screening. Nine papers were assessed for eligibility and, one was included in the review. In the study, 21 neurofeedback training sessions was capable of reducing stress in bruxers and the association with an essential oi inhalation during the training sessions enhanced the anxiolytic effects.

Conclusion: There is still a shortage of articles in the literature that address neurofeedback training for sleep bruxism. Future studies that evaluate the use of this intervention in sleep bruxism are necessary so that their results can be confronted and allow the evaluation of its effectiveness.

Keywords: Bruxism; Sleep bruxism; Adult sleep bruxism; Neurofeedback; Biofeedback, psychology; Alpha biofeedback;

1. INTRODUCTION

Bruxism is defined as the activity of the masticatory muscles that can occur during wakefulness, characterized by repetitive or sustained tooth contact and/or by bracing or thrusting of the mandible, or during sleep, as rhythmic or non-rhythmic. In healthy individuals, bruxism should not be considered a disorder, and may be considered a harmful or protective behavior, depending on the clinical consequences.[1]

The etiology of bruxism is considered complex and multifactorial, with its pathophysiology still not being fully understood. It is still believed that the peripheral morphological factors play a minor role in the etiology of bruxism, with the focus given to the influences of the central nervous system (CNS). Furthermore, it would be interesting to understand whether and/or to what extent the central nervous system differs between bruxers and non-bruxers, to better elucidate the central mechanisms underlying bruxism in humans.[2]

The current belief, with regard to the genesis of bruxism, for awaking bruxism, is that psychosocial factors seem to influence more it,[3] whereas, for sleep bruxism (SB), modulation by several neurotransmitters in the central nervous system, linked to a sleep arousal response, is the hypothesis for its genesis,[4] that is, the activation of the autonomic/central nervous might be the main factor involved in the genesis of SB.[1]

Thus, based on the belief that sleep bruxism is centrally regulated, through the management modalities proposed in the literature, behavioral strategies, such as biofeedback, can be promising in the management of SB.[5] Biofeedback is called neurofeedback when the physiological activities are neurophysiological, which allows the individuals to modulate their brain activities.[6]

Neurofeedback is an emerging neuroscience-based clinical application based on the general principles of biofeedback or cybernetics. The Neurofeedback process involves training and learning to self-regulate brain activity, demonstrated by the electrical activity of the brain via the electroencephalogram (EEG). Understanding the principles underlying this process allows the therapist to provide referrals or treatment to their clients with some additional understanding and provides clients with a framework for understanding the neurofeedback process.[7]

After the 1960s, neurofeedback training (NFT) became the most widely applied psychophysiological procedure, allowing individuals to self-regulate specific EEG features.[8] From this understanding, neurofeedback can be another alternative for the management of SB, which can lead to promising results in the reduction of masticatory muscle activity, through its isolated application or associated with other management modalities.

1.1 Objective

The objective of this scoping review was to investigate the state of the art on the management of sleep bruxism by neurofeedback therapy, through the identification

of published and unpublished studies, its evidences, and identify the neurofeedback protocols used, also if them were associated with other therapies to manage the sleep bruxism.

2. METHODS

The scoping review was conducted in accordance with the Joanna Briggs Institute methodology for scoping reviews[11]. The aims of this scoping review as the inclusion criteria and data extraction methods were specified in an a priori protocol.[9] The question of this review was derived from the protocol and the term "treatment" was replaced by "management", as it is more appropriate when related to sleep bruxism. The focus of this review was to identify how neurofeedback was used in the management of sleep bruxism.

2.1 Search Strategy

The search strategy aimed to find published and unpublished studies. An initial limited search through MEDLINE (via Pubmed) and PsycINFO was performed to identify relevant articles on the topic. The text words contained in the titles and abstracts of relevant articles and the indexing terms used to describe the articles were used to develop a complete search strategy for the electronic databases sources. The search strategy, including all keywords and indexing terms identified, was adapted for each database included.

Studies published in English, Portuguese, Spanish and French was included for this review, due to the fluency of the languages by the independent reviewers. Animal studies, in vitro studies, letters to the editor and expert opinions were not included in this review. As for the evidence, there was no restrictions on the date or country of origin of the studies, so that the entire scope of existing research could be included.

2.2 Information sources

The databases searched included: MEDLINE (via Pubmed), EMBASE, Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS), Web of Science, PsycINFO and Scopus.

Sources of unpublished studies and gray literature was searched on Google Scholar, ProQuest, Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (from the mnemonic in Portuguese BDTD) and ClinicalTrails. Key subject terms were searched

and relevant evidence and materials was collected until the reviewer examines 20 results without identifying a potentially relevant work.

The full strategies for the abovementioned databases are shown in Appendix I.

2.3 Study selection

All identified records were uploaded and grouped into EndNote v.X9 (Clarivate Analytics, PA, USA), and duplicates removed. Afterwards, the titles and abstracts of the studies found through the search strategy was screened, based on the established inclusion and exclusion criteria, by two independently trained reviewers. The reasons for excluding full-text studies that do not meet the inclusion criteria were recorded and reported in the review. Where disagreement arose, consensus was established through discussion or with a third reviewer, and disagreements were resolved. The extraction of relevant information from the included study was then completed.

2.4 Data extraction

Data were extracted from articles included in the scoping review by two independent reviewers using a data extraction tool developed by the reviewers. The extracted data included specific details about the population, concept, context, study methods and key recommendations relevant to the purpose of the review. The draft data extraction tool was modified during the process of extracting data, with the category “level of evidence” being removed. Any disagreements that arose between reviewers was resolved through discussion, and was no need for a third reviewer. There was no need to contact authors of articles to request missing or additional data.

2.5 Data presentation

To summarize the search results and paper selections, was used the flowchart of The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses for Scoping Reviews (PRSMA-ScR).[10] The data extracted from included papers are shown in Appendix II. Data will be presented through diagrams, narratives and tables. Data extracted from studies included year of publication, country of origin, study type and participants. Data extracted on neurofeedback treatments for sleep bruxism in adult subjects included sleep bruxism diagnostic method, details about neurofeedback performed such as number of channels used, brain waves assessed and training

protocol. Further analysis of this information is shown in figures to facilitate the illustration of the neurofeedback protocol.

3. RESULTS

3.1 Study Inclusion

A total of 326 studies were identified from databases (MEDLINE= 80, EMBASE= 110, LILACS= 0, Web of Science= 24, PsycINFO= 1 and Scopus= 111). Of these, 145 were duplicates, leaving 181. A further 177 were not relevant as determined by the initial selection of papers by title and abstract, this left four papers. Three did not meet the inclusion criteria and were excluded. Additional grey literature was identified (Proquest= 1, Google Scholar= 4, Clinical Trials= 0 and BDTD= 0), and this left five papers, which did not meet the inclusion criteria. So, only one paper[4] was included in the review (see Figure 1). The data extracted from the paper is shown in Appendix II. The reason of exclusion of the eight papers[7,11-17] was because six[11-16] addressed the management of sleep bruxism by electromyography biofeedback, one[7] was a literature review and one[17] was an editorial.

The screening of the reference list of the included article did not lead to the inclusion of other articles.

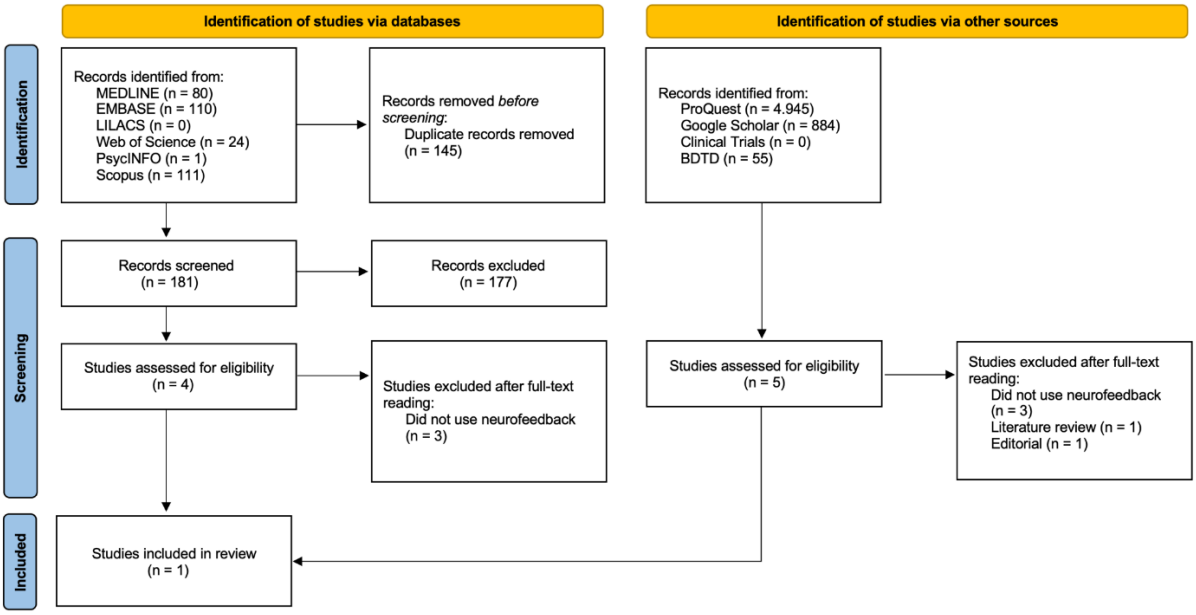


Figure 1. Flowchart of the data collection from the articles according to PRISMA-ScR.

3.2 Characteristics of the included study

The article selected in this scoping review was published in 2019, in a journal article, and it was an analytical study. The population included in the study was bruxers and no-bruxers (control), with the paper was conducted in Spain. The authors investigated whether saliva Myeloperoxidase activity could be reduced after 21 neurofeedback training sessions in *Origanum majorana* bruxistic-treated patients.

The mean age of participants of the paper was 45 years, both genders, with a total of 104 participants included, with the diagnosis of sleep bruxism made by instrumental way, by means of a questionnaire and intraoral examination by dentist. The main characteristics of the study can be seen in Appendix II.

3.3 Review findings

This scoping review aimed to identify studies that have addressed neurofeedback training to the management of sleep bruxism in adult subjects. The interest in how training protocols was performed and its evidences on bruxism are interesting to have an overview of the application of neurofeedback in sleep bruxism and its results. The results were categorized in the three questions of the protocol of this scoping review.[9]

Concerning question one (Are there any studies in the literature that used neurofeedback therapy for sleep bruxism in adults?), could be seen that only one study was included in this scope review, showing scarcity of articles that address the use of neurofeedback for the management of SB.

Concerning question two (What is the evidence on neurofeedback therapy for the treatment of sleep bruxism?), was seen in the study that NFT was capable of reducing stress in bruxers and the association with *Origanum majorana* inhalation during the training sessions enhanced the anxiolytic effects. More details about the key findings can be seen in Appendix II.

Concerning question three (How were neurofeedback training protocols performed?), was used the NeurOptimal® interface, with electrodes centered between the ear and two positioned in cortex C3 and C4 central points and, with headphones attached to both ears (see Figure 2). How NeuroOptimal's session works can be seen in Figure 3. The total electrical activity was measured pre- and post-training sessions by Divergence and, the details of how the wave measurement is carried out can be seen in the article.[4] Were accessed all brainwaves. The established training protocol

was 21 sessions, two sessions per week, with a total duration of four months (120 days), performed in the morning (from 8:00 to 11:00 am), each session lasting total 34 minutes per patient. However, the training itself lasted 33 minutes, being 15s with eyes opened and 15s with eyes closed, totaling 30 seconds as pre-training and, the same protocol for post-training, which together totaled one minute. The protocol was applied in the group of bruxers who smelled *Origanum majorana* oil in each session, in the group of bruxers who did not smell the fragrance during the sessions, and in the group of non-bruxers.

Figure 2. Electrodes layout. There are 5 EEG Sensors, placed on scalp and ears. Two on the left scalp and ear, and three on right scalp and ear.[18]

Figure 3. NeurOptimal® session (adapted).[18] * Z-amp™: device that cleans line noise and amplifies the brain wave signal.[4]

4. DISCUSSION

Through the approaches to reduce the harmful effects of sleep bruxism, there are oral appliance therapy, with maxillary stabilization appliance being the standard management procedure, cognitive-behavioral therapy, pharmacological approaches and biofeedback therapy. Regarding biofeedback, its effectiveness is still controversial, with studies showing short- and long-term results. However, biofeedback may be recognized as an effective management procedure with more research supporting its use,[19] with the literature providing evidence about the use of different types of biofeedback for the management of SB.[9]

Regarding the etiology of bruxism, Lobbezoo et al.,[20] in 2012, already stated that bruxism is mainly regulated by central factors, not peripheral ones. Thus, bruxism management/treatment alternatives that focus on objective changes in the CNS seem to be promising and, neurofeedback can achieve this proposal.

According Pei et al.,[21] neurofeedback is considered a method that can regulate an individual's brain activity with the aim of directly altering relevant behaviors and neural mechanisms of cognition. This method can provide not only a means for cognitive enhancement in healthy individuals, but it can also be a significant therapeutic tool to normalize the patient's brain activity during rehabilitation.

With regard to neurofeedback training, a recent study[8] state that it was defined as a non-invasive brain stimulation technique, which trains individuals to modulate their own brain activity towards functionally desirable states. Furthermore, by training the brain during NFT sessions to adapt to new setpoints, these adaptations can lead to different types of structural plasticity. Furthermore, the authors argue that functional plasticity can develop during NFT, when the brain perceives and predicts changes in internal organs and the environment, applying its prior knowledge to more efficiently determine a new set point. In this way, as psychosocial factors are related to SB and it has been recognized that psychological stress is one of the risk factors for sleep bruxism,[19] the objectives of neurofeedback training could be focused on decreasing the individual's stress levels.

The study included[4] performed NFT associated with the inhalation of *Origanum majorana* oil, as well as only with the use of neurofeedback in bruxers. It was seen that neurofeedback, associated or not with fragrance inhalation, reduced the stress levels of bruxers, showing the effectiveness of its application based on the protocol used by the authors. In addition, the inhalation of *Origanum majorana* seems to have

potentiated the anxiolytic effects in the neurofeedback sessions, leading the participants to reach a state of calm. As one of the principal objectives of the study, the authors also observed that in the first training session with neurofeedback there was a decrease in Myeloperoxidase (MPO) activities, and that this activity progressively decreased after the 21 sessions, when compared to untrained non-bruxist patients.

According to a 2021 systematic review,[22] which evaluated the association between sleep bruxism and stress symptoms, showed positive associations between sleep bruxism and stress symptoms, both for the possible and probable diagnosis of sleep bruxism of included studies. However, the authors drew attention to the lack of stronger methodological standardization of the included studies, which may lead to biases in the interpretation of these data. The standardization of future studies on the association between perceived stress and bruxism may bring more reliable results, but it cannot be ruled out that such associations are already found in the literature.

Thus, future studies that evaluate stress symptoms in bruxers and the use of NFT can be seen as promising research for the management of SB. For this, methodological standardization is necessary, both with regard to the diagnosis of bruxism, as well as the way of assessing stress, or central factors correlated with SB, as well as the training protocols used in neurofeedback, so that the results can be compared. results obtained and levels of reliable evidence.

Furthermore, understanding the wave patterns related to sleep bruxism, as well as understanding the morphophysiological parameters of the related masticatory muscles, such as the masseter and temporalis, before, during and after NFT can be interesting data to understand its effectiveness in the management of SB.

Limitations of the review

Even with the range of databases, unpublished literature sources and gray literature adopted to carry out this scope review, the lack of inclusion of more studies in this paper prevents the comparison of the results found from the only study included with other possible others. This limits the overview of neurofeedback therapy in the management of sleep bruxism. However, this highlights the gap in the literature on this topic.

5. CONCLUSION

Neurofeedback shown positive results in the reduction of stress in bruxers and the progressive decrease in myeloperoxidase activity after the end of neurofeeback sessions. There is still a shortage of articles in the literature that address neurofeedback training for sleep bruxism, which results in a lack of more data to assess the effectiveness of this intervention in SB. Future studies may use neurofeedback to assess whether there is a decrease in sleep bruxism episodes, as well as to morphophysiologically evaluate changes in the involved chewing muscles.

REFERENCES

1. Melo G, Duarte J, Pauletto P, Porporatti AL, Stuginski-Barbosa J, Winocur E, et al. Bruxism: an umbrella review of systematic reviews. *J Oral Rehabil*. 2019;46(7):666-90. doi: 10.1111/joor.12801
2. Boscato N, Exposto F, Nascimento GG, Svensson P, Costa YM. Is bruxism associated with changes in neural pathways? A systematic review and meta-analysis of clinical studies using neurophysiological techniques. Brain Imaging Behav. 2022;16(5):2268-2280. doi:10.1007/s11682-021-00601-w
3. Gouw S, de Wijer A, Kalaykova SI, Creugers NHJ. Masticatory muscle stretching for the management of sleep bruxism: A randomised controlled trial. *J Oral Rehabil*. 2018;45(10):770-6. doi: 10.1111/joor.12694
4. Merino JJ, Parmigiani-Izquierdo JM, López-Oliva ME, Cabaña-Muñoz ME. *Origanum majorana* Essential Oil Inhalation during Neurofeedback Training Reduces Saliva Myeloperoxidase Activity at Session-1 in Bruxistic Patients. Journal of Clinical Medicine. 2019; 8(2):158. https://doi.org/10.3390/jcm8020158
5. Jokubauskas L, Baltrušaitytė A, Pileičikienė G, Žekonis G. Interrelationships between distinct circadian manifestations of possible bruxism, perceived stress, chronotype and social jetlag in a population of undergraduate students. *Chronobiol Int*. 2019;36(11):1558-69. doi: 10.1080/07420528.2019.1660356
6. Micoulaud-Franchi JA, Batail JM, Fovet T, et al. Towards a Pragmatic Approach to a Psychophysiological Unit of Analysis for Mental and Brain Disorders: An EEG-Copeia for Neurofeedback. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2019;44(3):151-172. doi:10.1007/s10484-019-09440-4
7. Gunkelman JD, Johnstone J. Neurofeedback and the Brain. *J Adult Dev.* 2005;12:93–98. doi:10.1007/s10804-005-7024-x

8. Mirifar A, Keil A, Ehrlenspiel F. Neurofeedback and neural self-regulation: a new perspective based on allostasis. *Rev Neurosci*. 2022;33(6):607-629. Published 2022 Feb 7. doi:10.1515/revneuro-2021-0133
9. Negreiros HCNN, Barbosa LM, Cunha DA, Silva HJ. Neurofeedback therapy used to treat sleep bruxism in adult subjects: a scoping review protocol. *Rev. CEFAC*. 2022 Oct 24;24(4):e3522. doi: 10.1590/1982-0216/20222443522
10. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71
11. Stein AB. *The effect of biofeedback on bruxism: A case study.* [PhD thesis]. California, United States of America: United States International University; 1976.
12. Melamed BG, Mealiea WL. Chapter 13: Behavioral Intervention in Pain Related Problems in Dentistry. In: Ferguson JM, Taylor CB, eds. *The Comprehensive Handbook of Behavioral Medicine.* Vol 2. Springer, Dordrecht;1981:241-59. doi: 10.1007/978-94-011-7280-6_13
13. Browne TG, San Francisco, CA. Biofeedback and Neurofeedback. In: Friedman Howard S, eds. *Encyclopedia of Mental Health.* 2nd ed. Academic Press, Oxford;2016:170-177. doi: 10.1016/B978-0-0-12-3978045-9.00121-X
14. Funch DP, Gale EN. Factors associated with nocturnal bruxism and its treatment. *J Behav Med*. 1980 Dec;3(4):385-97. doi: 10.1007/BF00845292
15. Moss RA, Hammer D, Adams HE, Jenkins JO, Thompson K, Haber J. A more efficient biofeedback procedure for the treatment of nocturnal bruxism. *J Oral Rehabil*. 1982 Mar;9(2):125-31. doi: 10.1111/j.1365-2842.1982.tb00542.x
16. Kardachi BJ, Clarke NG. The use of biofeedback to control bruxism. *J Periodontol*. 1977 Oct;48(10):639-42. doi: 10.1902/jop.1977.48.10.639
17. Wieckiewicz M, Winocur E. Special Issue: Sleep Bruxism-The Controversial Sleep Movement Activity. *J Clin Med*. 2020 Mar23;9(3):880. doi:10.3390/jcm9030880
18. NeurOptimal®. Neurofeedbak Training Co. 2023. https://www.neurofeedbacktraining.com/neuroptimal Accessed January 16, 2023.
19. Minakuchi H, Fujisawa M, Abe Y, Iida T, Oki K, Okura K, Tanabe N, Nishiyama A. Managements of sleep bruxism in adult: A systematic review. *Jpn Dent Sci Rev*. 2022 Nov;58:124-136. doi: 10.1016/j.jdsr.2022.02.004
20. Lobbezoo F, Ahlberg J, Manfredini D, Winocur E. Are bruxism and the bite causally related? *J Oral Rehabil*. 2012 Jul;39(7):489-501. doi: 10.1111/j.1365-2842.2012.02298.x
21. Pei G, Wu J, Chen D, Guo G, Liu S, Hong M, Yan T. Effects of an Integrated Neurofeedback System with Dry Electrodes: EEG Acquisition and Cognition Assessment. *Sensors (Basel).* 2018 Oct 11;18(10):3396. doi: 10.3390/s18103396

22. Polmann H, Réus JC, Massignan C, Serra-Negra JM, Dick BD, Flores-Mir C, Lavigne GJ, De Luca Canto G. Association between sleep bruxism and stress symptoms in adults: A systematic review and meta-analysis. *J Oral Rehabil*. 2021 May;48(5):621-631. doi: 10.1111/joor.13142

LIST OF FIGURES

Figure 1. Flowchart of the data collection from the articles according to PRISMA-ScR.

Figure 2. Electrodes layout. There are 5 EEG Sensors, placed on scalp and ears. Two on the left scalp and ear, and three on right scalp and ear.[18]

Figure 3. NeurOptimal® session.[18] * Z-amp™: device that cleans line noise and amplifies the brain wave signal.[4]

LIST OF APPENDICES

Appendix I. Search Strategy.

Appendix II. Data Extracted from the included paper.

Appendix I. Search Strategy.

MEDLINE (via Pubmed) Date searched: October 25, 2022	3	#1 AND #2	80
	2	Biofeedback psychology[MeSH Terms]) OR (Alpha Biofeedback[MeSH Terms]) OR (Neurofeedback[MeSH Terms]) OR (EEG Biofeedback[MeSH Terms])	12.685
	1	(Bruxism[MeSH Terms]) OR (Sleep Bruxism[MeSH Terms]) OR (grinding disorder, teeth[MeSH Terms]) OR (grinding disorders, teeth[MeSH Terms]) OR (teeth grinding disorders[MeSH Terms]) OR (bruxism, sleep[MeSH Terms]) OR (sleep bruxism[MeSH Terms]) OR (nocturnal teeth grinding disorder[MeSH Terms]) OR (teeth grinding disorder, nocturnal[MeSH Terms]) OR (bruxism, nocturnal[MeSH Terms]) OR (nocturnal bruxism[MeSH Terms]) OR (sleep-related bruxism[MeSH Terms]) OR (bruxism, sleep-related[MeSH Terms]) OR (sleep related bruxism[MeSH Terms]) OR (Awake Bruxism[MeSH Terms]) OR (sleep bruxism, adult[MeSH Terms]) OR (adult sleep bruxism[MeSH Terms]) OR (adult sleep bruxisms[MeSH Terms])	3.227
Web of Science Date searched: October 25, 2022	3	#1 AND #2	24
	2	((AK=(Neurofeedback) OR AK=(Biofeedback))	5.094
	1	((AK=(Bruxism) OR AK=(Sleep Bruxism))	1.224
LILACS Date searched: October 25, 2022	3	#1 AND #2	0
	2	(mh:(Neurofeedback)) OR (mh:(Biorretroalimentação Psicológica)	10
	1	(mh:(Bruxismo)) OR (mh:(Bruxismo do sono))	355
Scopus	3	#1 AND #2	111

Date searched: October 25, 2022	2 1	(KEY(neurofeedback) OR KEY (biofeedback)) (KEY(bruxism) OR (KEY (sleep AND bruxism)	16.016 5.478
EMBASE Date searched: October 25, 2022	3 2 1	#1 AND #2 Neurofeedback OR Biofeedback Bruxism OR Sleep Bruxism	110 17.738 6.186
PsycINFO Date searched: October 25, 2022	5 4 3 2 1	Neurotherapy any fields AND Bruxism any fields #2 AND Bruxism any fields #1 AND #2 Neurotherapy Bruxism	1 1 0 1865 370
ProQuest Date searched: October 25, 2022		(Bruxism OR Sleep Bruxism OR Teeth grinding disorder OR Nocturnal bruxism OR Awake Bruxism OR Sleep related bruxism) AND (Neurofeedback OR Alpha Biofeedback OR Biofeedback psychology OR EEG Biofeedback)	4.945
Google Scholar Date searched: October 25, 2022		(Bruxism OR Sleep Bruxism OR Teeth Grinding Disorder OR Nocturnal bruxism OR Sleep related bruxism) AND (Neurofeedback OR Biofeedback psychology OR Alpha biofeedback OR EEG biofeedback)	
ClinicalTrials Date searched: October 25, 2022	3 2 1	#1 AND #2 (Biofeedback psychology OR Alpha Biofeedback OR Neurofeedback OR EEG Biofeedback) – (Intervention) (Bruxism OR Sleep bruxism OR Bruxism, Sleep OR Sleep Bruxism, Adult OR Bruxism Sleep-Related OR Nocturnal Bruxism OR Bruxism, Nocturnal OR Grinding disorder, Teeth OR Teeth Grinding Disorder OR Teeth Grinding Disorder, Nocturnal OR Teeth Grinding at Night OR Nocturnal Teeth Grinding Disorder) – (Condition)	0 260 76
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) Date searched: October 25, 2022	8 7 6 5 4 3 2 1	#3 AND #4 #3 AND #2 #1 AND #4 #1 AND #2 Neurofeedback OR Biorretroalimentação Psicológica OR Neurorretroalimentação Bruxismo OR Bruxismo do sono "Neurofeedback" OR "Biorretroalimentação Psicológica" OR "Neurorretroalimentação" "Bruxismo" OR "Bruxismo do sono"	20 1 32 2 35.851 19.025 33 213

Appendix II. Data Extracted from the included paper.

Study Characteristics	
First author and year	Merino JJ, Parmigiani-Izquierdo JM, López-Oliva ME; Cabaña-Muñoz ME. 2019.
Institution/organization	Seccíon Departamental de Fisiología, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid (UCM)
Country	Spain
Source of information (eg, (MEDLINE/Scopus, gray literature – specify source organization)	Grey literature – Google Scholar
Study design	Analytical study
Study objective/aim	- Evaluate whether neurofeedback training in 21 consecutive training sessions could decrease cerebral activity (divergence) in bruxistic patients with high "intrinsic stress" and whether smelling *Origanum majorana* essential oil during neurofeedback training (NFT) affect results. - Evaluate whether *Origanum majorana* essential oil (1% impregnated into nasal filter) could regulate their saliva Myeloperoxidase (MPO) activity during 21 NFT sessions by measuring every six the neurofeedback sessions, including the first and last of 21 sessions (MPO: S1, 6, 12, 18, 21) in bruxistic patients exposed to this fragrance in 21 neurofeedback sessions and those neurofeedback trained bruxistic patients not exposed to this essential oil. - Evaluate whether *Origanum majorana* essential oil inhalation during 21 NFT sessions could reduce stress symptoms in bruxistic patients by decreasing their PSS (stress perceived scale) scores as compared to unexposed bruxistic patients to this fragrance during 21 neurofeedback sessions.
Primary outcome	NFT is an alternative neurotechnology capable of reducing stress in bruxistic patients and *Origanum majorana* inhalation during training sessions enhanced these anxiolytic effects in compliance with its antioxidant and anti-inflammatory properties.
Participant Details	
Range and mean age	18-50 years (average of 45 years)
Gender	Both genders, with 55% being female
Number	104
Sleep Bruxism Details	
Diagnostic method	Nakayama questionnaire (Q1-Q3) and clinical evaluation by dentist
Treatment/menagement (whether neufeedback alone or in combination with other treatments)	- Neurofeedback sessions alone. - Neurofeedback sessions with participants smelling *Origanum majorana* essential oil.
Neurofeedback Details	
Interface used	NeurOptimal® (Zengar Institute, Toronto, ON, Canada)
Session details	- Two silver electrodes was centered between the ear and two in central points, cortex C3 and C4. - Was measured the total electrical activity for pre-/post-training sessions (wave cycles per second). - Training protocol: 21 sessions, two sessions/week, during approximately 34 minutes for patient, each neurofeedback session takes 30s as pre-training (PRE), 15s with open eyes and 15s with closed eyes) plus another 33 min and 30s in the post-training phase (POST).
Key findings pos-NFT	- The *Origanum majorana* essential oil exposure during NFT in non-bruxistic participants induced a moderate elevation in brain activity in POST as compared to healthy volunteers (without smelling this odor) in a serie of 10 neurofeedback sessions. - Significant effect on MPO activity in bruxistic patients with "high intrinsic stress" expose to *Origanum majorana* essential oil during neurofeedback sessions by reducing their MPO activity as a consequence of NFT. Lower MPO activity by NFT in trained-bruxistic participants as compared to control subjects. Moreover, saliva MPO activity progressively decreased after 21 neurofeedback sessions in bruxistic

	patients as compared to untrained bruxistic patients. In addition, NFT at both sessions-1 and session 12 decreased MPO activities. However, neurofeedback overtraining lead to habituation on MPO activity. After the POST, the MPO activity decreased in bruxistic patients completing 21 sessions as compared their PRE data and controls also. - 21 sessions of neurofeedback reduced stress symptoms in bruxistic patients. Was seen lower stress scores after 21 sessions of neurofeedback in bruxistic patients (with high "intrinsic stress") that smell *Origanum majorana* essential oil than untrained bruxistic patients. However, the PSS score did not differ between *Origanum majorana*-bruxistic trained patients (with high "intrinsic stress") as compared to bruxistic patients unexposed to this fragrance during 21 neurofeedback sessions.

ARTIGO 3 - EFEITO IMEDIATO DO TREINAMENTO DE NEUROFEEDBACK NA PERFORMANCE DO MÚSCULO MASSETER EM BRUXÔMANOS DO SONO

(Editado às normas da Revista *Journal of Oral Rehabilitation*)

Efeito imediato do treinamento de n*eurofeedback* na performance do músculo masseter em bruxômanos do sono

Efeito imediato do *neurofeedback* no bruxismo do sono

Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros[†]; Daniele Andrade da Cunha[§]; Hilton Justino da Silva[†].

[†] Graduate Program in Dentistry – Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil; [§] Department of Speech Therapy - Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

Correspondence: Mr. J. H. C. N. Negreiros, Graduate Program in Dentistry – Federal University of Pernambuco, Avenida Múcio Uchôa Cavalcanti, 510 – Recife, Pernambuco, Brazil. ZIP Code 50731-540. E-mail: jhonyherick@gmail.com.

Contribution made by each author:

Text writing and data collection: Negreiros, J. H. C. N.

Tabulation and creation of tables and graphs: Negreiros, J. H. C. N., Silva, H. J.

Proofreading and adding significant parts: Cunha, D. A. and Silva, H. J.

Conflict of interest statement:

Author responsible for submitting the manuscript and all co-authors who present themselves here declare that there is no conflict of interest.

Data availability statement:

Data sharing not applicable – no new data is generated or the article describes entirely theoretical research

Resumo

Background: O treinamento de *neurofeedback* pode ser promissor no manejo do bruxismo do sono e o relaxamento muscular obtido pelo pode diminuir alguns efeitos nocivos causados pelo bruxismo.

Objetivos: Este trabalho objetivou analisar a performance do muscular dos masseteres após treinamento de *neurofeedback* de relaxamento em bruxômanos do sono.

Métodos: Participaram indivíduos entre 24 a 44 anos, ambos os sexos, com diagnóstico possível de bruxismo do sono. Foi realizada uma sessão *neurofeedback* por 20 minutos. Foram registradas as ondas predominantes pré e pós-treinamento. As avaliações do músculo masseter foram realizadas antes e após a sessão, por meio da avaliação da temperatura, tônus, rigidez, elasticidade, espessura, mobilidade mandibular, força de mordida e atividade eletromiográfica.

Resultados: Não foram encontradas diferenças significativas entre as ondas registradas pré e pós treinamento. Entretanto, o treinamento foi estatisticamente significante à amplitude máxima de abertura e lateralidade à esquerda e direita, e à atividade mioelétrica na mastigação livre à esquerda.

Conclusão: Houve modificações na performance do músculo masseter após uma única sessão de *neurofeedback*, com obtenção de parâmetros morfofuncionais sugerindo efeitos de relaxamento muscular, tendendo a um equilíbrio na função muscular bilateralmente.

Keywords: Bruxism; Sleep bruxism; *Neurofeedback*; Biofeedback, psychology; Alpha biofeedback; Masseter muscle;

1. INTRODUÇÃO

O bruxismo do sono (BS) é uma atividade muscular mastigatória durante o sono, caracterizada como rítmica (fásica) ou não rítmica (tônica), não sendo considerada um distúrbio de movimento ou do sono em indivíduos saudáveis.[1] De outro modo, é definido como o apertamento ou ranger de dentes durante o sono, sendo classificado como um distúrbio do movimento relacionado ao sono que ocorre em resposta a microdespertares durante este período.[2]

Os sinais do BS incluem desgaste dentário anormal, recuo da língua, aumento da atividade muscular da mandíbula (medida por eletromiógrafo (EMG) ou

polissonografia), hipertrofia do músculo masseter, redução do fluxo salivar, mordida de lábios ou bochechas, recessão gengival, limitação da capacidade de abrir a boca e ardência lingual.[3]

A etiologia para o bruxismo é considerada complexa e multifatorial, com a sua patofisiologia ainda não sendo completamente compreendida.[4] Embora seja considerada de origem multifatorial, distúrbios cognitivos e comportamentais desempenham papel importante na ocorrência dessa disfunção.[2] Ademais, acredita-se que os fatores morfofisiológicos periféricos desempenham um menor papel em sua etiologia, dando-se foco às influências do sistema nervoso central,[4] com a ativação sistema nervoso autonômico/central podendo ser o principal fator envolvido na gênese do BS.[1]

Mediante as percepções atuais acerca da etiologia, propostas de terapias comportamentais podem ser consideradas uma alternativa para o manejo do BS, a exemplo de técnicas de relaxamento, de meditação e *biofeedback*. O *biofeedback* é uma técnica que fornece aos indivíduos informações sobre suas funções corporais com a intenção de promover mudanças de comportamento que resultem em melhora de sua saúde ou desempenho, a partir de medições fisiológicas detectadas eletronicamente. Visa gerar uma resposta aprendida que pode persistir mesmo após a técnica ser descontinuada.[3] Quando o parâmetro detectado é neurofisiológico, a técnica é chamada de *neurofeedback* (NFB).[5]

O NFB é uma tecnologia não invasiva e não farmacológica de autotreinamento que permite ao indivíduo aprender e influenciar a atividade elétrica do seu cérebro. Por meio do uso de um dispositivo de gravação elétrica cerebral, o qual usa eletrodos colocados no couro cabeludo, é possível gerar um eletroencefalograma,[6] no qual, a potência de diferentes bandas de frequência, como delta, alfa, beta e atividade de onda gama, podem ser registradas.[7] Logo após, os parâmetros registrados podem ser comparados a um limiar e os indivíduos podem ser notificados por *feedback* visual ou auditivo.[7]

Assim, o treinamento de NFB (TNFB) poderia ser aplicado aos bruxômanos do sono na hipótese de que os indivíduos possam desaprender o distúrbio do movimento dos músculos mastigatórios, manejando os episódios de BS. Uma estratégia para se avaliar a eficácia do TNFB pode ser realizada por meio avaliação dos parâmetros morfológicos e funcionais dos músculos mastigatórios, observando se mudanças na performance do músculo podem ocorrer após o treinamento.

Assim, este estudo objetivou analisar o efeito imediato do TNFB de relaxamento de sessão única na performance do músculo masseter de bruxômanos do sono adultos, sobre a hipótese de que o treinamento promoverá mudanças morfofuncionais do músculo, utilizando como método de avaliação a mensuração da atividade elétrica muscular, tônus, rigidez, elasticidade, força de mordida, medidas de mobilidade mandibular e temperatura da pele.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo observacional, descritivo e de corte transversal. Todas as coletas de dados ocorreram no Laboratório de Motricidade Orofacial do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife – Pernambuco, Brasil. O termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido de todos os participantes e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (N°. 3.828.891). Todas as coletas de dados foram realizadas de acordo com as diretrizes da Declaração de Helsinque para estudos que envolvem participação de seres humanos.

Foi aplicado aos participantes um questionário de diagnóstico autorreferido do BS por um cirurgião-dentista, a fim de concluir o diagnóstico possível de BS. Em seguida, foi realizada a seguinte condução experimental: 1) bloco avaliativo dos parâmetros estruturais e funcionais dos músculos masseteres bilaterais antes do treinamento; 2) registro de ondas principais (pré-treinamento); 3) uma sessão TNFB; 4) novo registro de ondas (pós-treinamento); 5) novo bloco avaliativo dos masseteres pós-treinamento.

2.1 Participantes

No presente estudo, foram recrutados bruxômanos do sono, de ambos os sexos, com idade entre 24 a 44 anos, que compareceram ao Laboratório de Motricidade Orofacial do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco. Candidatos que apresentaram Disfunção Temporomandibular (DTM), doença atual ou de distúrbios neurológicos ou psiquiátricos, histórico de dor musculoesquelética crônica, tratamentos médicos e odontológicos em curso, diagnóstico prévio ou sinais e sintomas de outros distúrbios do sono (como ronco, apneia do sono ou movimentação periódica dos membros), uso de medicamentos prescritos ou drogas com possíveis efeitos no sono ou alterações no comportamento

motor, presença de refluxo gastroesofágico e distúrbios alimentares, tabagistas, abuso de álcool, consumo de mais de 3 xícaras de café por dia, alergia ao eletrodo em gel, gravidez, uso de marcapasso ou desfibrilador implantado, perda de mais de 2 dentes posteriores, exceto os terceiros molares, e usuários de próteses parciais ou totais removíveis, amigdalas aumentadas, padrão esquelético classe II ou III, foram excluídos do estudo.

2.2 Diagnóstico autorreferido do BS

A avaliação do BS foi realizada por um cirurgião-dentista através de um questionário específico, baseado nos critérios de diagnóstico da Classificação Internacional de Distúrbios do Sono publicado pela Academia Americana de Medicina do Sono,[8] sem tradução para a língua portuguesa do Brasil.

Os dados relacionados à apresentação dos sinais e sintomas clínicos, bem como à frequência percebida do BS, foram obtidos por meio de um conjunto de perguntas que ofereciam as seguintes opções de resposta: "Nunca", "Raramente", "Às vezes", "Frequentemente" e "Não sabe" para avaliar a frequência; e "Sim" ou "Não" para avaliar os sintomas. O diagnóstico de BS foi estabelecido com base em respostas positivas nas categorias "Às vezes" ou "Frequentemente" em relação à frequência, combinadas com uma ou mais respostas positivas em relação aos sintomas.

2.3 Registro das ondas e TNFB

Para a realização do registro de ondas cerebrais predominantes e do TNFB, foi utilizado o dispositivo MindWave Mobile 2 (NeuroSky, Inc., Califórnia, Estados Unidos). Todas as orientações e recomendações do fabricante acerca do ajuste do dispositivo à cabeça e preparação do indivíduo para uso do equipamento foram seguidas.

O dispositivo, de único biossensor seco, foi conectado ao *notebook* (Lenovo®), com o sistema operacional Windows® 10, e foi capaz de fornecer informações sobre os níveis de potência das ondas cerebrais delta, teta, alfa, beta e gama do indivíduo e de efetivamente registrar o nível de atenção e relaxamento dos usuários através da análise da sincronização e dessincronização das ondas cerebrais.[9]

Para o registro das ondas cerebrais predominantes pré e pós-treinamento, foi utilizado o *software* BrainWave Visualizer 2.0, com o protocolo de gravação das ondas estabelecido por dois minutos cada momento. Para isto, a opção “gravar” no *software*

foi ativada ao tocar uma música com duração de dois minutos no iTunes (Apple©), segundo o fabricante, única aplicação computacional que realiza tal ativação no BrainWave. Foi desligado o som do *notebook*, para que a melodia não se tornasse uma variável confundidora no momento do registro das ondas. Sendo assim, o iTunes foi somente utilizado como ferramenta para permitir o registro das ondas pelo tempo estabelecido.

As ondas são representadas por cores no *software*, sendo elas: laranja escuro: delta (0-4 Hz); laranja claro: teta (4-8 Hz); amarelo: alfa baixa (8-10 Hz); verde: alfa alta (10-12 Hz); azul claro: beta baixa (12-18 Hz); azul escuro: beta alta (18-30 Hz); roxo: gama baixa (30-50 Hz); e rosa: gama alta (50-70 Hz). Estas faixas de frequência e cores foram adotadas como padrão para este estudo. Ao final da gravação, o BrainWave mostra, por meio de cores, qual a onda média mais vista, sendo possível, por associação entre as cores e as frequências, registrar, assim, qual onda foi mais prevalente durante o registro.

Para a sessão de treinamento, foi utilizado o jogo computacional Aventuras do Neuroboy (NeuroSky, Inc.), o qual permite ao participante realizar treinamentos com base em estados mentais de meditação (relaxamento) ou concentração, a partir de um *feedback* visual. A levitação de objetos no jogo é a única ação com objetivo de relaxamento, sendo as demais ligadas à concentração. Portanto, durante o experimento, todos os participantes receberam a tarefa de levitar objetos na arena do jogo, mantendo-os no ar o mais alto possível pelo maior tempo possível, com duração de 20 minutos. Após o treinamento, foi realizado novo registro de ondas predominantes.

2.4 Avaliações dos músculos masseteres

O bloco de avaliações dos músculos masseter direito e esquerdo, composto pela atividade elétrica muscular, medidas de mobilidade mandibular, força de mordida, temperatura da pele em topografia e o tônus, foi realizado antes e imediatamente após a terapia de NFB nos bruxômanos noturnos. Em todas as avaliações, foi solicitado aos participantes que se sentassem confortavelmente em uma cadeira e, em cada momento avaliativo, que mantivessem a postura da coluna de modo ereto e a cabeça em plano de Frankfurt.

2.4.1 Registro Eletromiográfico e da Força de Mordida

O registro eletromiográfico foi realizado por meio do aparelho Miotool 400 – 8 canais (Miotec®) com o *software* computacional Miograph 2.0; dois sensores SDS500 de conexão por garras acopladas aos eletrodos de superfície descartáveis Meditrace (Kendall™), posicionados na porção central dos masseteres bilateralmente; cabo de conexão USB entre o aparelho e o notebook; cabo de referência (terra) acoplado no eletrodo posicionado no epicôndilo medial; calibrador; um sistema de aquisição de dados provido da possibilidade de seleção de oito ganhos independentes por canal, no qual foi utilizado o ganho de 1000; e filtro passa-banda 20-500 com interferências eliminadas a partir do filtro Notch; estando todos apoiados sobre uma mesa no laboratório.

Com o participante posicionado, a pele da região dos masseteres e epicôndilo medial foram previamente limpas com álcool 70%, com objetivo de minimizar a impedância. A eletromiografia de superfície (EMGs) foi realizada na máxima intercuspidação habitual (10 segundos), mastigação livre (10 segundos), mastigação unilateral direita (10 segundos) e esquerda (10 segundos), fornecendo 25 gramas de pão aos participantes, com intervalo de dez segundo antes de iniciar o protocolo e cinco segundos entre as avaliações.

A captação da contração voluntária máxima (CVM) dos músculos masseteres foi realizada para normalização do sinal. Foi utilizado um rolete de algodão de 10 mm entre os primeiros e segundos molares bilateralmente e pedido para que os indivíduos mordessem com a máxima força possível o algodão, por três vezes consecutivas, com intervalo de cinco segundos entre elas, sendo escolhido o valor intermediário entre os três obtidos. Os resultados obtidos pelo sinal gerado pela atividade elétrica muscular foram normalizados pela CVM, sendo possível visualizá-los por valores percentuais da atividade elétrica utilizada em cada prova.

A força de mordida também foi aferida utilizando-se o Miotool 400, por meio do sensor SDS1000, integrado ao *software* Miograph 2.0. O sensor possui capacidade de registro da força máxima obtida durante a execução da mordida.

Os sensores foram envoltos em um filme plástico, descartados a cada sessão.

Para coleta, foi solicitado o mesmo posicionamento do tronco e cabeça dos participantes, orientado o posicionamento e acomodação das células de carga na região dos primeiros molares inferiors e pedida a execução de três apertamentos dentários com força máxima na célula de carga para normalização do sinal por meio da CVM. Após, com as células ainda em posição, o protocolo de aferição foi aplicado

e consistiu em cinco segundos em repouso e cinco segundos em apertamento dentário com força máxima. Os dados gerados foram analisados em kgf.

2.4.2 Termografia

A máquina térmica FLIR C2 (Teledyne FLIR®) foi utilizada para mensurar a temperatura da pele. Os participantes permaneceram no laboratório por no mínimo 15 minutos para aclimatização antes da avaliação, com a temperatura da sala controlada entre 20°C e 23°C. Foi solicitada a retirada de todos os adornos encontrados na cebaça e pescoço dos indivíduos, como também de produtos cosméticos sobre a pele. Foi informado aos participantes que, para esta avaliação, evitassem atividade física uma hora antes e não consumir bebidas quentes, alcoólicas e grandes refeições 30 minutos antes. Foi solicitado o mesmo posicionamento anteriormente descrito dos indivíduos e que se mantivessem sentados em uma cadeira de modo confortável. Uma touca descartável foi posicionada na cabeça, recobrindo as orelhas e os cabelos, e os termogramas foram realizados a uma distância de 30cm do rosto, centralizando os masseteres bilateralmente. As imagens foram analisadas por meio do *software* FLIRTools+, sendo selecionada a área massetérica nas imagens por meio de um retângulo, sendo obtida a média da temperatura em graus célsius.

2.4.3 Tônus, rigidez e elasticidade muscular

A avaliação do tônus dos masseteres foi realizada por meio do dispositivo MyotonPRO (Myoton©). Com o indivíduo sentado e posicionado, foi realizada a medição na região do ventre muscular dos masseteres de ambos os lados. O aparelho foi posicionado perpendicularmente à pele e a avaliação foi realizada pelo modo *multiscan*, na qual a sonda de medição gera cinco perturbações na pele e, assim, foi possível obter a média da frequência da oscilação (em Hertz), da rigidez (em Newton/metro) e da elasticidade (decréscimo logarítmico da oscilação natural).

2.4.4 Mobilidade Mandibular

A mobilidade mandibular foi avaliada por meio do paquímetro digital MTX 150mm (MTX®). Com os indivíduos sentados e em posição, foram coletadas as medidas da amplitude máxima de abertura bucal e da lateralização da mandíbula para a direita e esquerda. Os dados foram obtidos em milímetros.

2.5 Processamento dos dados

Após a realização do diagnóstico possível de bruxismo do sono, cada participante permaneceu na sala durante todo o experimento. Este tempo de permanência permitiu a aclimatização dos indivíduos para a avaliação termográfica inicial.

Foi realizado o primeiro bloco de avaliações, em seguida, a captação da onda cerebral mais vista antes da sessão e, logo após, iniciada o TNFB com duração de 20 minutos. Ao fim, realizada nova captação de onda e novo bloco avaliativo da musculatura. Todas as informações acerca da realização de cada etapa do experimento foram novamente fornecidas aos participantes previamente ao início das etapas.

2.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram tabulados e analisados através do *software* RStudio (RStudio 4.3.1, Posit Software©, Boston, MA). As variáveis numéricas foram representadas pelas medidas descritivas. O teste t-Student pareado foi usado para variáveis com dados normalmente distribuídos, e o teste Wilcoxon Signed-Rank foram usados para variáveis com dados não normalmente distribuídos. O nível de significância estatística foi definido como $p<0,05$.

3. RESULTADOS

Os dados descritivos para o grupo de bruxômanos do sono são apresentados na Tabela 1. Dos 18 participantes incluídos, três do sexo masculino negaram-se a retirar a barba para avaliação dos músculos masseteres e foram excluídos do estudo. Dos 15 bruxômanos do sono restantes, 10 eram do sexo feminino e cinco do masculino. A idade média para o grupo foi de 33,29 anos, sendo 32,7 anos para o sexo feminino e 36,40 anos para o masculino.

3.1 Sinais e sintomas do BS

A maioria do grupo (80%) relatou ranger frequentemente os dentes durante o sono, sendo mais prevalente no sexo feminino (60%). Cerca de metade do grupo (53,33%) afirmou não perceber desgaste nos dentes e, quanto ao músculo masseter, 86,67% dos participantes relataram dor ou fadiga muscular, com todos os

participantes do sexo masculino (n = 5) e 80% do sexo feminino respondendo positivamente.

Em relação ao músculo temporal, 60% de ambos os sexos relataram dor na região deste músculo. O sexo feminino indicou maior dificuldade de abrir a boca ao acordar, representando 80% das respostas positivas, e esse percentual quanto ao grupo total (n = 15) foi de 66,67%.

3.2 Ondas cerebrais

Os registros das ondas pré e pós-TNFB por indivíduo foram apresentados na Tabela 2. Os dados categóricos referentes às frequências de ondas foram transformados dados quantitativos, sendo Delta = 0; Teta = 1; Alfa Baixa = 2; Alfa Alta = 3; Beta Baixa = 4; Beta alta = 5; Gama Baixa = 6; Gama Alta = 7. A média relacionada às ondas pré-treinamento foi de 2,33, situando-se no intervalo das ondas alfa baixas, que estão associadas ao estado de relaxamento. Após o treinamento, houve um aumento no valor médio das ondas para 3,4. Essa média encontra-se dentro do intervalo das ondas alfa altas, também relacionadas ao estado de relaxamento do grupo. Não foram observadas diferenças significativas entre os valores médios das ondas pré e pós-treinamento, indicando que não houve diferenças significativas do estado de relaxamento do grupo.

3.4 Achados das variáveis estruturais e funcionais

3.4.1 Variáveis estruturais

Os dados obtidos das avaliações termográficas e de tônus muscular compõem as variáveis estruturais analisadas. Na Tabela 3 é possível observar que houve um aumento na diferença de temperatura após o treinamento, com uma diferença de 0,23 °C. Quanto ao tônus, houve decréscimo dos valores em ambos os músculos e foi observada diminuição da rigidez à direita e aumento à esquerda. A análise estatística revelou que nenhuma das variáveis apresentou diferenças significativas em relação ao TNFB (Tabela 4).

3.4.2 Variáveis funcionais

As variáveis funcionais compreenderam os dados obtidos das avaliações da mobilidade mandibular, força de mordida e da eletromiografia. Pode-se observar na

Tabela 3 que houve ganhos na mobilidade mandibular para a amplitude máxima de abertura e lateralidade à direita e esquerda, com todas essas variáveis apresentando significância estatística relacionadas ao treinamento, podendo este dado ser visto na Tabela 5.

Foi encontrada diferença significativa para a atividade mioelétrica na mastigação livre à esquerda (Tabela 5), com aumento dos valores médios ao fim do treinamento (Tabela 3).

Tabela 1. Dados descritivos referentes ao grupo total e quanto aos sexos, de acordo com os sinais e sintomas do BS.

Sexo	Média Idade	Percepção do ranger de dentes enquanto dorme		Impressão de desgaste dental		Cansaço ou dor músculos da mastigação		Dor na região temporal		Dificuldade de abrir a boca ao acordar	
		Às vezes	Frequente	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Feminino (n = 10)	32,7	1 (6,67)	9 (60)	4 (26,67)	6 (40)	8 (53,33)	2 (13,33)	6 (40)	4 (26,67)	8 (53,33)	2 (13,33)
Masculino (n = 5)	36,4	2 (13,33)	3 (20)	3 (20)	2 (13,33)	5 (33,33)	0	3 (20)	2 (13,33)	2 (13,33)	3 (20)
Total (n = 15)	33,29	3 (20)	12 (80)	7 (46,67)	8 (53,33)	13 (86,67)	2 (13,33)	9 (60)	6 (40)	10 (66,67)	5 (33,33)

Nota: Dados apresentam n (%).

Tabela 2. Dados descritivos das ondas pré e pós-TNFB por participante no grupo.

	Grupo (n = 15)																
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	**XIII**	**XIV**	**XV**	**Média**	**p-valor***
Ondas Pré	1	4	7	3	1	1	1	2	1	1	3	2	3	2	3	2,33	0,09
Ondas Pós	7	3	1	4	2	7	2	1	2	2	7	1	1	7	4	3,40	

Nota: Dados nominais das ondas cerebrais apresentados em valores numéricos, sendo: 0, Delta; 1, Teta; 2, Alfa Baixa; 3, Alfa Alta; 4, Beta Baixa; 5, Beta alta; 6, Gama Baixa; 7, Gama Alta. * Significância estatística ($p < 0,05$; teste t-Student).

Tabela 3. Dados descritivos das varáveis estruturais e funcionais pré e pós-TNFB para o grupo.

	Variáveis estruturais	Pré	Pós
	Diferença de temp.(°C)	0,32	0,55
MD	Tônus (Hz)	15,83	15,75
MD	Rigidez (N/m)	322,13	310,40
MD	Elasticidade	1,84	1,83
ME	Tônus (Hz)	16,31	15,67
ME	Rigidez (N/m)	333,53	337,80
ME	Elasticidade	1,85	1,83

	Variáveis funcionais	Pré	Pós
	Amplitude máxima de abertura (mm)	48,03	51,72
	Lateralidade à direita (mm)	7,95	9,02
	Lateralidade à esquerda (mm)	9,08	9,32
	Força de mordida à direita (kgf)	301	323
	Força de mordida à esquerda (kgf)	351	315
MD	EMG Máx. Intercuspidação Habitual (%)	25,32	26,53
MD	EMG Mastigação Livre (%)	16,27	16,90
MD	EMG Mastigação Direita (%)	18,69	19,29
MD	EMG Mastigação Esquerda (%)	16,51	17,48
ME	EMG Máx. Intercuspidação Habitual (%)	22,79	21,07
ME	EMG Mastigação Livre (%)	14,08	15,60
ME	EMG Mastigação Direita (%)	13,58	14,69
ME	EMG Mastigação Esquerda (%)	18,06	17,47

Abreviações: MD, Masseter lado direito; ME, Masseter lado esquerdo; °C, Graus Celsius; Hz, Hertz; N/m, Newton por metro; mm, Milímetros; EMG, Eletromiografia; Máx., Máxima; kgf, Quilograma força. Dados estão apresentados como média.

Tabela 4. Comparação entre os momentos pré e pós-TNFB com relação às variáveis estruturais.

	Variáveis	α	N	T	T-crit	T<T-crit	Conclusão*
≥ D	Diferença de temperatura (°C)	5%	13	31,5	17	Não	Não rejeitar H0
≥ D	Tônus (Hz)	5%	15	48,5	25	Não	Não rejeitar H0

	Rigidez (N/m)	5%	15	31	25	Não	Não rejeitar H0
	Elasticidade	5%	14	51	21	Não	Não rejeitar H0
ME	Tônus (Hz)	5%	15	51	25	Não	Não rejeitar H0
	Rigidez (N/m)	5%	15	52	25	Não	Não rejeitar H0
	Elasticidade	5%	14	51	21	Não	Não rejeitar H0

Abreviações: MD, Masseter lado direito; ME, Masseter lado esquerdo; temp., Temperatura; °C, Graus Celsius; Hz, Hertz; N/m, Newton por metro. *Significância estatística (Wilcoxon Signed-Rank Test).

Tabela 5. Comparação entre os momentos pré e pós-TNFB com relação às variáveis funcionais.

	Variáveis	**α**	**N**	**T**	**T-crit**	**T<T-crit**	**Conclusão***
	Amplitude máxima de abertura (mm)	5%	15	0	25	**Sim**	**Rejeitar H0**
	Lateralidade à direita (mm)	5%	15	0	25	**Sim**	**Rejeitar H0**
	Lateralidade à esquerda (mm)	5%	15	17	25	**Sim**	**Rejeitar H0**
	Força de mordida à direita (kgf)	5%	15	36	25	Não	Não rejeitar H0
	Força de mordida à esquerda (kgf)	5%	15	38	25	Não	Não rejeitar H0
MD	EMG Máx. Intercuspidação Habitual (%)	5%	15	38	25	Não	Não rejeitar H0
	EMG Mastigação Livre (%)	5%	15	39	25	Não	Não rejeitar H0
	EMG Mastigação Direita (%)	5%	15	51	25	Não	Não rejeitar H0
	EMG Mastigação Esquerda (%)	5%	15	44	25	Não	Não rejeitar H0
ME	EMG Máx. Intercuspidação Habitual (%)	5%	15	38	25	Não	Não rejeitar H0
	EMG Mastigação Livre (%)	5%	15	22	25	**Sim**	**Rejeitar H0**
	EMG Mastigação Direita (%)	5%	15	41	25	Não	Não rejeitar H0
	EMG Mastigação Esquerda (%)	5%	15	58	25	Não	Não rejeitar H0

Abreviações: MD, Masseter lado direito; ME, Masseter lado esquerdo; mm, Milímetros; EMG, Eletromiografia; Máx., Máxima; kgf, Quilograma força. *Os dados em negrito denotam significância estatística (Wilcoxon Signed-Rank Test).

4. DISCUSSÃO

No presente estudo, buscou-se investigar a relação dos efeitos imediatos do TNFB de relaxamento na performance do músculo masseter em bruxômanos do sono adultos.

Considerando que da assimetria alfa na região frontal do cérebro potencialmente induzir a efeitos positivos na redução do estresse,[10] a escolha do MWM2 foi justificada pela sua localização do biossensor na área pré-frontal (Fp1). Este dispositivo é capaz de capturar os níveis de potência das ondas cerebrais alfa, beta, delta, gama e teta do indivíduo, além de registrar de maneira eficaz os níveis de atenção e meditação do usuário.

Até o momento atual, a literatura não estabeleceu um protocolo considerado padrão-ouro para NFB focado para a redução do estresse.[11] Da mesma forma, não há um protocolo direcionado especificamente para ao manejo do BS. Nessa perspectiva, o jogo computacional "Aventuras do NeuroBoy" (NeuroSky, Inc.) foi escolhido para o TNFB, uma vez que o *software* permite aos usuários a realização de tarefas de meditação focadas nas ondas alfa e teta. A determinação da duração da sessão foi baseada na consideração de promover uma melhor adesão por parte dos participantes ao experimento.

Foi constatado que, após o TNFB, a média da frequência de ondas aumentou, o que pode sugerir que os bruxômanos possam ter se encontrado em um estado de relaxamento menor ao final da sessão. No entanto, é importante destacar que os valores das médias pré (2,33) e pós (3,40) sessão estão situados no intervalo das frequências de ondas alfa, transicionando de baixa para alta. Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias relacionadas às ondas pré e pós-treinamento, o que não permite afirmar com confiança que houve uma mudança significativa no estado de relaxamento do grupo.

A atenção às informações sobre o experimento, a realização do bloco avaliativo inicial da musculatura e a tentativa de levitar os objetos do jogo durante o treinamento podem ter sido fatores que contribuíram para o aumento da frequência de ondas alfa. Durante o treinamento, observou-se que alguns participantes estavam muito focados na tentativa de levitação dos objetos, mesmo após ter sido explicado que a levitação era um feedback visual do estado mental de relaxamento do indivíduo. Essa alta concentração e atenção durante o treinamento podem ter levado à geração de ondas

de maior frequência, o que poderia explicar o aumento da média da frequência de ondas alfa ao final da sessão.

Os registros pré e pós-TNFB não apresentaram diferenças significativas na avaliação do relaxamento dos bruxômanos neste estudo. No entanto, é importante considerar que este parâmetro pode ser mais bem avaliado com a realização de um maior número de sessões de NFB, ou seja, a terapia de NFB. Em relação à avaliação da performance dos músculos masseteres, foi observado neste estudo que o treinamento pode ter influenciado mudanças em seus parâmetros morfofisiológicos, indicando um efeito de relaxamento na musculatura.

Indivíduos com BS apresentam uma atividade muscular mastigatória característica, que produz força não fisiológica e velocidade de contração exercida pelos músculos masseteres causando hiperatividade, fadiga, espasmo muscular, dor miofascial e alterações morfofuncionais no sistema mastigatório.[12] Assim, a investigação e descrição das características morfofisiológicas musculares nesses indivíduos é importante para que se possa compreender quais os parâmetros musculares são modificados por meio dos tratamentos propostos para manejo do BS. Ademais, uma análise morfofuncional detalhada é de extrema importância, pois o diagnóstico e o controle do BS ainda são um desafio para os profissionais de saúde.[13]

Neste estudo, não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis estruturais (morfológicas). Entretanto, ao analisar os valores das médias dos músculos masseteres esquerdo e direito do grupo, é possível inferir que o músculo que apresentava menor rigidez ao início da sessão parece ter sido mais afetado pelo NFB. Além disso, quanto ao tônus muscular, pode-se observar que o músculo esquerdo possuía um tônus maior em comparação com o músculo direito. Após a sessão de treinamento, os valores do tônus diminuíram e tornaram-se mais semelhantes entre ambos os lados, sugerindo um equilíbrio nesse parâmetro. Ambas as análises podem sugerir um estado de relaxamento muscular.

Com relação à musculatura, os sinais e sintomas mais expressivos do bruxismo incluem a sensibilidade ao toque, sensação de rigidez nos músculos mastigatórios, contração excessiva e atípica do masseter. Além disso, a musculatura mastigatória é amplamente afetada com aumento do tônus, espasmos, contração sustentada e perda dos períodos de repouso muscular.[14] Dessa maneira, as medidas de tônus, rigidez e elasticidade musculares possam sofrer modificações e estar associadas ao TNFB por

meio da aplicação de mais sessões de NFB, o que pode se tornar relevante para uma abordagem terapêutica mais abrangente no manejo do bruxismo.

O BS pode resultar em consequências clínicas significativas, incluindo dor nos músculos mastigatórios, limitação da mobilidade mandibular, dor orofacial, entre outros.[15] Vale ressaltar que o músculo masseter desempenha um papel crucial nos movimentos mandibulares, sendo responsável pela aplicação de força durante a mordida.[16] No presente estudo, ao analisar as variáveis fisiológicas, foram observadas modificações na mobilidade mandibular associadas estatisticamente ao TNFB, demonstrando ganhos significativos nos movimentos mandibulares ao final do treinamento. Esses resultados indicam que o NFB pode ter um efeito positivo na mobilidade mandibular, contribuindo potencialmente para o manejo do BS.

O resultado encontrado para a amplitude máxima de abertura pode ser atribuído aos efeitos de relaxamento induzidos pelo TNFB no músculo masseter, que é um dos principais músculos elevadores da mandíbula. Acredita-se que o treinamento tenha contribuído para reduzir a tensão muscular no MD e ME, permitindo assim o ganho médio de 3,69 mm na amplitude de abertura bucal dos participantes do estudo.

Após o fim da sessão, houve ganho de 1,07mm para a lateralidade à direita e apenas 0,24mm à esquerda. Entretanto, observa-se que as médias direita e esquerda ao final, quando comparadas, tornaram-se semelhantes. Esses resultados sugerem que o TNFB induziu efeitos de relaxamento no músculo menos alongado, o que resultou em maior simetria nos movimentos de lateralidade para ambos os lados. A simetria dos movimentos, aliada ao ganho na amplitude de abertura bucal, podem ser indicativos de uma maior harmonia funcional da musculatura mastigatória, podendo ser positivos para o manejo do BS e benéficos para a saúde geral e função sistema estomatognático.

Portanto, com base nos resultados obtidos em relação à mobilidade mandibular, pode-se afirmar que uma única sessão de TNFB teve efeitos positivos no relaxamento da musculatura, resultando em um movimento de lateralidade mais equilibrado, recrutamento mais harmonioso dos masseteres, além de proporcionar uma maior amplitude na abertura bucal, o que pode indicar que o NFB possa ter causado uma melhora na função e coordenação dos músculos mastigatórios avaliados.

Foi sugerido que uma mudança na força máxima de mordida e no tônus muscular pode ocorrer em indivíduos com bruxismo devido ao fortalecimento muscular, o qual é uma parte importante de seu diagnóstico.[12] Neste estudo, ao final da sessão de treinamento, os valores médios da força de mordida tornaram-se mais equilibrados, com uma considerável diminuição (-36kgf) da força do músculo mais forte (ME) e ganho (+22kgf) de força para o menos forte (MD). Não foram encontradas diferenças significativas para esta variável, entretanto, a ao se observar as diferenças entre as médias ao início, de 50kgf e, ao fim do TNFB, passando para apenas 8kgf, pode-se apontar, mais uma vez, que o NFB possa ter influenciado a musculatura bilateralmente voltado ao equilíbrio.

Durante o movimento de mastigação habitual e não habitual de indivíduos com alterações morfofuncionais, uma maior quantidade de fibras musculares é necessária para realizar a mesma função mastigatória quando comparado a indivíduos saudáveis, gerando estresse, fadiga e diminuição da atividade eletromiográfica.[12,17] Neste estudo, houve aumento da atividade mioelétrica na mastigação livre em ambos os masseteres, com a atividade do ME estatisticamente significante ao NFB.

Ao se observar as médias para desta variável bilateralmente, é possível notar que o padrão de aumento foi referente à musculatura menos ativa antes do treinamento, gerando resultados mais próximos ao final da sessão. A diferença percentual antes do treinamento foi de 2,19%, passando para 1,30% ao fim da sessão. Ademais, a diferença entre médias pré e pós-treinamento foi de 1,52% no ME e de 0,63% no MD.

Segundo a literatura, a mastigação ideal é aquela que acontece de forma bilateral alternada, com a força mastigatória sendo distribuída, intercalando momentos de trabalho e de repouso, gerando sincronia e equilíbrio da musculatura do SE e suas funções.[18] Isso reforça a relevância dos resultados encontrados após o treinamento, indicando que o NFB possa ter contribuído para o estabelecimento de uma mastigação mais equilibrada e funcional nos bruxômanos.

Os achados deste estudo quanto à mobilidade mandibular e atividade mioelétrica na mastigação livre podem indicar um efeito de relaxamento da musculatura pelo NFB que, consecutivamente, pode sugerir uma diminuição do apertamento mandibular e manutenção das estruturas musculares.

4.1 Limitações

Limitações devem ser consideradas ao interpretar os resultados deste estudo. É importante ressaltar que as descobertas são aplicáveis especificamente à população de participantes adultos recrutados, portanto, a generalização desses resultados para outras populações não deve ser realizada.

No que diz respeito à avaliação diagnóstica, é crucial levar em conta a possibilidade de as respostas subjetivas dos participantes ao questionário não serem totalmente confiáveis. Além disso, o método de autorrelato não considera a variação intrínseca da atividade do BS ao longo do tempo.

A ausência de aleatorização na seleção dos participantes também é uma limitação significativa. A falta de aleatorização pode introduzir vieses de seleção, tornando difícil afirmar se as características observadas nos participantes foram influenciadas pelo TNFB ou pelas análises morfofuncionais da musculatura massetérica. Isso pode enfraquecer a capacidade de estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas.

Além disso, é importante considerar a possibilidade de erro do tipo 1 devido ao número limitado de participantes. Com uma amostra pequena, os resultados dos testes estatísticos podem ser mais suscetíveis a flutuações aleatórias, o que pode levar a conclusões incorretas sobre a significância estatística.

Outro ponto a ser considerado é o fato de que a avaliação da atividade mioelétrica utilizou apenas pão durante a análise dos movimentos mastigatórios. Dessa forma, os fatores relacionados ao alimento não foram investigados, e não se sabe se esses fatores podem ter uma influência crítica na determinação dos padrões mastigatórios.

5. CONCLUSÕES

Os achados deste estudo apontam que uma única sessão de NFB pode gerar efeitos positivos na morfofisiologia da musculatura massetérica em bruxômanos do sono. Esses efeitos podem resultar em ganhos quanto à mobilidade mandibular e ao recrutamento muscular bilateralmente, promovendo sincronia e equilíbrio da atividade muscular.

REFERÊNCIAS

1. Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, et al. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. J Oral Rehabil. 2018;45(11):837-844.
2. Fluerașu MI, Bocşan IC, Țig IA, et al. The Epidemiology of Bruxism in Relation to Psychological Factors. Int J Environ Res Public Health 2022;19(2):691.
3. Ilovar S, Zolger D, Castrillon E, et al. Biofeedback for treatment of awake and sleep bruxism in adults: systematic review protocol. Syst Rev 2014;3:42.
4. Bocasto N, Exposto F, Nascimento G, et al. Is bruxism associated with changes in neural pathways? A systematic review and meta-analysis of clinical studies using neurophysiological techniques. Brain imaging Behav 2022;16(5):2268-80.
5. Micoulaud-Franchi J, Batail JM, Fovet T, et al. Towards a Pragmatic Approach to a Psychophysiological Unit of Analysis for Mental and Brain Disorders: An EEG-Copeia for Neurofeedback. Appl Psychophysiol Biofeedback 2019;44(3):151-72.
6. Ye WH, Ju YJ, Liu YT, et al. Systematic Review and Meta-Analysis on the Effects of Neurofeedback Training of Theta Activity on Working Memory and Episodic Memory in Healthy Population. Int J Environ Res Public Health 2022;19(17):11037.
7. Sho'ouri N. A new neurofeedback training method based on feature space clustering to control EEG features within target clusters. J Neurosci Methods 2021;362:109304.
8. Medicine AAoS. International classification of sleep disorders. American Academy of Sleep Medicine: Darien; 2014.
9. Negreiros J, Dantas A, Silva H. Efeito imediato do uso do neurofeedback na amplitude demovimento mandibular em indivíduo com bruxismo do sono. Pulso Editorial: São José dos Campos; 2020.
10. Hafeez Y, Ali S, Mumtaz W, et al. Investigating Neurofeedback Protocols for Stress Mitigation: A Comparative Analysis of Different Stimulus Contents. IEEE Access 2019;7:141021-141035.
11. Hong J, Park J. Efficacy of Neuro-Feedback Training for PTSD Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. International journal of environmental research and public health 2022;19(20):13096.
12. Palinkas M, Bataglion C, Canto GdL, et al. Impact of sleep bruxism on masseter and temporalis muscles and bite force. Cranio 2016;34(5):309-15.

13. Hugger S, Schindler HJ, Kordass, et al. Surface EMG of the masticatory muscles (part 2): fatigue testing, mastication analysis and influence of different factors. Int J Comput Dent 2013;16(1):37-58.

14. Almeida FLd, Maria UFdS, Silva AMTd, et al. Relação entre dor e atividade elétrica na presença de bruxismo. Revista CEFAC 2011;13(3):399-406.

15. Smardz J, Martynowicz H, Michalek-Zrabkowska M, et al. Sleep Bruxism and Occurrence of Temporomandibular Disorders-Related Pain: A Polysomnographic Study. Front Neurol 2019;10:168.

16. Oliveira JHPd, Pernambuco UFd, Dourado Filho MG, et al. Relação da espessura e da atividade elétrica do músculo masseter com a força de mordida: um estudo morfológico e eletrofisiológico. Revista CEFAC 2023;18(3):589-600.

17. Oliveira RH, Hallak JEC, Siéssere S, et al. Electromyographic analysis of masseter and temporal muscles, bite force, masticatory efficiency in medicated individuals with schizophrenia and mood disorders compared with healthy controls. J Oral Rehabil 2014;41(6):399-408.

18. Nascimento GKBO, Paraíba SdEdSd, Lima LMd, et al. Preferência de lado mastigatório e simetria facial em laringectomizados totais: estudo clínico e eletromiográfico. Revista CEFAC 2013;15(6):1525-1532.

ARTIGO 4 – PERFORMANCE DOS MÚSCULOS MASSETERES APÓS TERAPIA DE *NEUROFEEDBACK* EM BRUXÔMANOS DO SONO

(Editado às normas da Revista *Journal of Oral Rehabilitation*)

Performance dos músculos masseteres após terapia de *neurofeedback* em bruxômanos do sono

Neurofeedback, performance muscular e bruxismo do sono

Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros[†]; Daniele Andrade da Cunha[§]; Hilton Justino da Silva[†].

[†] Graduate Program in Dentistry – Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil; [§] Department of Speech Therapy - Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil

Correspondence: Mr. J. H. C. N. Negreiros, Graduate Program in Dentistry – Federal University of Pernambuco, Avenida Múcio Uchôa Cavalcanti, 510 – Recife, Pernambuco, Brazil. ZIP Code 50731-540. E-mail: jhonyherick@gmail.com.

Contribution made by each author:

Text writing and data collection: Negreiros, J. H. C. N.

Tabulation and creation of tables and graphs: Negreiros, J. H. C. N., Silva, H. J.

Proofreading and adding significant parts: Cunha, D. A. and Silva, H. J.

Conflict of interest statement:

Author responsible for submitting the manuscript and all co-authors who present themselves here declare that there is no conflict of interest

Data availability statement:

Data sharing not applicable – no new data is generated or the article describes entirely theoretical research

Resumo

Background: A terapia de *neurofeedback* pode ser promissora no manejo do bruxismo do sono, podendo-se obter resultados de relaxamento sobre a musculatura mastigatória.

Objetivos: Este trabalho objetivou analisar a performance muscular dos masseteres após terapia de *neurofeedback* em bruxômanos do sono.

Métodos: Incluídos indivíduos entre 24 a 44 anos, ambos os sexos, com diagnóstico possível de bruxismo do sono obtido por um questionário. Foram realizadas seis sessões neurofeedback por 20 minutos, uma por semana. Foram registradas as ondas predominantes antes e após cada treinamento. Foi aplicado novamente na última sessão o questionário diagnóstico autorreferido. As avaliações do músculo masseter foram realizadas antes da primeira sessão e ao final da última sessão, por meio da avaliação da temperatura, tônus, rigidez, elasticidade, espessura, mobilidade mandibular e força de mordida e atividade elétrica.

Resultados: Houve diminuição dos sinais e sintoma do BS ao fim da terapia, com 60% dos participantes não apresentando diagnóstico autorreferido de BS. Não foram encontradas diferenças significativas para as ondas cerebrais quanto à terapia. Entretanto, a amplitude máxima de abertura bucal, lateralidade à direita e a atividade eletromiográfica na mastigação livre à esquerda foram estatisticamente significantes ao neurofeedback.

Conclusão: A terapia de *neurofeedback* demonstrou impacto positivo na redução dos sinais e sintomas e diagnóstico do bruxismo, e contribuiu na promoção de maior mobilidade mandibular e recrutamento equilibrado da musculatura, sugerindo que a terapia possa promover mudanças na performance muscular com tendências ao equilíbrio bilateral.

Keywords: Bruxism; Sleep bruxism; Neurofeedback; Biofeedback, psychology; Alpha biofeedback; Masseter muscle;

1. INTRODUÇÃO

O bruxismo é uma condição caracterizada pela atividade muscular mastigatória repetitiva, que envolve o apertamento ou ranger dos dentes e/ou o ato imobilizar ou projetar a mandíbula. Esta manifestação pode ser classificada a partir de dois fenótipos circadianos distintos: bruxismo do sono (BS) ou bruxismo de vigília. O BS refere-se à atividade muscular mastigatória que ocorre durante o sono e pode se

apresentar de forma rítmica (fásica) ou não rítmica (tônica). É importante ressaltar que o bruxismo do sono não é considerado um distúrbio do movimento ou do sono em indivíduos saudáveis.[1]

A prevalência de BS autorreferida em adultos é de 12,8 ± 3,1%,[2] não havendo predileção pelo sexo.[3] Estudos sugerem que a ativação do sistema nervoso central (SNC) pode ser o principal fator envolvido na gênese do BS, indicando que fatores relacionados ao funcionamento do SNC têm um papel preponderante na manifestação dessa condição,[1] e não os fatores periféricos.[4]

Sendo assim, o BS tem sua etiologia considerada multifatorial, incluindo fatores biológicos, psicossociais e de estilo de vida.[5] Dentre os fatores de risco, os principais consistentemente associados ao BS são uso de álcool, cafeína, tabaco, vários psicotrópicos, acidificação esofágica e fumo passivo. Ademais, vários sinais e sintomas de DTM apresentaram associação plausível com o BS.[6]

Dentre os fatores supracitados, os psicossociais podem desempenhar um papel na etiopatogenia do BS. Um dos fatores psicossociais mais frequentemente relatados nesse contexto é o estresse[7]. Atualmente, ainda são limitadas as associação deste fator ao BS[3] e isto é decorrente ao método de avaliação para o diagnóstico de BS. Os estudos que adotam técnicas de diagnóstico baseadas no autorrelato e/ou avaliações clínicas para o BS trouxeram mais evidências acerca dessa associação etiológica, enquanto os estudos com avaliações instrumentais produziram resultados contraditórios.[8]

Dessa forma, com base nas atuais percepções acerca da etiologia do BS, terapias comportamentais têm sido consideradas como opções para o manejo dessa condição. Dentre essas abordagens, destacam-se técnicas de relaxamento, meditação e *biofeedback*.[9] Essas técnicas são sugeridas como possíveis estratégias para reduzir os sintomas e as consequências do BS, visando ao controle do apertamento ou ranger dos dentes. Acredita-se que tais técnicas possam contribuir para o relaxamento muscular e o gerenciamento do estresse psicológico, fatores potencialmente envolvidos no desenvolvimento e agravamento do BS.

Devido à falta de evidências conclusivas e ao papel do SNC na manifestação do BS, é admissível especular que técnicas comportamentais direcionadas à modulação cerebral, com o objetivo de promoção de relaxamento, possam exercer influência sobre o BS, resultando em relaxamento da musculatura mastigatória nos bruxômanos.

No bruxismo, o *biofeedback* tipicamente envolve um estímulo contemporâneo gerado em resposta a um evento detectado de trituração ou apertamento dentário.[9] Quando o *biofeedback* detecta parâmentros neurofisiológicos, passa-se a chamar de *neurofeedback* (NFB).[10]

O NFB é um método no qual uma pessoa aprende a mudar sua atividade cerebral conforme desejado usando condicionamento operante. Diferentes doenças neurológicas podem causar alterações nas ondas cerebrais (atividade das ondas delta, alfa, beta e gama) de diferentes áreas do cérebro, de modo que os indivíduos são capazes de aprender a corrigir as atividades cerebrais em áreas perturbadas e transformá-las em normais por meio do treinamento de NFB (TNFB).[11] Esse processo de autotreinamento ajuda a promover a regulação do cérebro, o que tem sido considerado promissor como uma abordagem terapêutica em diversas condições neurológicas.

O processo de aprendizagem do NFB tem sido objeto de estudos recentes que vão além da teoria básica do condicionamento operante. Essas pesquisas têm revelado que o NFB pode ser considerado um tipo de neuromodulação endógena adaptativa, diferenciando-se de abordagens exógenas passivas, como a estimulação magnética transcraniana ou outras técnicas de estimulação cerebral. Ao utilizar o NFB, foi demonstrado que o treinamento pode modificar a atividade neuronal ou a conectividade de longo prazo do cérebro, resultando em modificações nos sintomas associados à excitação excessiva ou insuficiente.[12]

Deste modo, este estudo teve por objetivo verificar os efeitos da terapia de NFB de relaxamento em bruxômanos do sono adultos, a partir da análise da performance do músculo masseter, sob a hipótese de que o TNFB promova mudanças na morfofisiologia dos masseteres, resultando em relaxamento muscular. Para alcançar este objetivo, foram utilizados como métodos avaliativos a mensuração da temperatura da pele, tônus, rigidez, elasticidade musculares, mobilidade mandibular, força de mordida e atividade eletromiográfica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este é um estudo observacional, descritivo e de corte transversal. Todas as coletas de dados ocorreram no Laboratório de Motricidade Orofacial do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife – Pernambuco, Brasil. O termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido de todos os

participantes e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (N°. 3.828.891). Todas as coletas de dados foram realizadas de acordo com as diretrizes da Declaração de Helsinque para estudos que envolvem participação de seres humanos.

Para o diagnóstico possível de BS, um questionário diagnóstico foi aplicado aos participantes por um cirurgião-dentista. Em seguida, foi realizada a seguinte condução experimental: 1) bloco avaliativo dos parâmetros morfofisiológicos dos músculos masseteres bilaterais antes da primeira sessão; 2) registro de ondas principais antes e imediatamente após cada sessão de TNFB; 3) realização de seis sessões de TNFB (realizadas uma vez por semana); 4) novo bloco avaliativo dos masseteres ao final da sexta sessão; 6) nova aplicação do questionário diagnóstico do bruxismo após a sexta sessão.

2.1 Participantes

Bruxômanos do sono do sexo masculino e feminino, com idade entre 24 a 44 anos, foram recrutados a participar deste estudo e convidados a comparecer ao Laboratório de Motricidade Orofacial do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco. Aqueles que apresentaram algum sinal e/ou sintoma de Disfunção Temporomandibular (DTM), doença atual ou de distúrbios neurológicos ou psiquiátricos, histórico de dor musculoesquelética crônica, tratamentos médicos e odontológicos em curso, diagnóstico prévio ou sinais e sintomas de outros distúrbios do sono (como ronco, apneia do sono ou movimentação periódica dos membros), uso de medicamentos prescritos ou drogas com possíveis efeitos no sono ou alterações no comportamento motor, presença de refluxo gastroesofágico e distúrbios alimentares, tabagistas, abuso de álcool, consumo de mais de 3 xícaras de café por dia, alergia ao eletrodo em gel, gravidez, uso de marcapasso ou desfibrilador implantado, perda de mais de 2 dentes posteriores, exceto os terceiros molares, e usuários de próteses parciais ou totais removíveis, amigdalas aumentadas, padrão esquelético classe II ou III, foram impossibilitados a participar, sendo excluídos.

2.2 Diagnóstico autorreferido do BS

A avaliação do BS foi conduzida por um cirurgião-dentista utilizando um questionário autoaplicável específico, fundamentado nos critérios diagnósticos

estabelecidos pela Classificação Internacional de Distúrbios do Sono da Academia Americana de Medicina do Sono.[13] Importante destacar que o questionário ainda não tem validação para o português do Brasil.

Os dados relacionados à manifestação de sinais e sintomas clínicos e à frequência percebida do BS foram coletados utilizando um conjunto de questões com as seguintes respostas possíveis: "Nunca", "Raramente", "Às vezes", "Frequentemente" e "Não sabe", para a frequência; e "Sim" ou "Não" para os sinais e sintomas. O diagnóstico de BS foi atribuído com base nas respostas positivas nas categorias "Às vezes" ou "Frequentemente" em relação à frequência, associadas a uma ou mais respostas positivas em relação aos sintomas.

2.3 Registro das ondas e Terapia de NFB

Para a realização do registro de ondas cerebrais predominantes e treinamentos de NFB, foi utilizado o dispositivo MindWave Mobile 2 (NeuroSky, Inc., Califórnia, Estados Unidos), que possui um único biosensor seco. Todas as orientações e recomendações do fabricante acerca do ajuste do dispositivo à cabeça e preparação do indivíduo para uso do equipamento foram seguidas.

O dispositivo foi conectado ao *notebook* (Lenovo®), com o sistema operacional Windows® 10, e foi capaz de fornecer informações sobre os níveis de potência das ondas cerebrais delta, teta, alfa, beta e gama do indivíduo e de efetivamente registrar o nível de atenção e relaxamento dos usuários através da análise da sincronização e dessincronização das ondas cerebrais utilizando o algoritmo eSense™.[14]

Para o registro das ondas cerebrais predominantes ao pré e pós-treinamento, foi utilizado o *software* BrainWave Visualizer 2.0 (BWV), com o protocolo de gravação das ondas estabelecido por dois minutos em cada momento de registro. Para isto, a opção “gravar” no *software* foi ativada ao tocar uma música com duração de dois minutos no aplicativo iTunes (Apple©). Segundo o fabricante, esta é a única aplicação computacional que permite tal ativação no BrainWave. O som do *notebook* foi desligado para que a melodia não se tornasse uma variável confundidora no momento do registro das ondas. Sendo assim, o iTunes foi somente utilizado como ferramenta para permitir o registro das ondas pelo tempo estabelecido no BWV.

As ondas são representadas por cor no *software*, sendo elas: laranja escuro: delta (0-4 Hz); laranja claro: teta (4-8 Hz); amarelo: alfa baixa (8-10 Hz); verde: alfa alta (10-12 Hz); azul claro: beta baixa (12-18 Hz); azul escuro: beta alta (18-30 Hz);

roxo: gama baixa (30-50 Hz); e rosa: gama alta (50-70 Hz). Inclusive, estes intervalos de frequência e cores foram adotados como padrão para este estudo. Ao final da gravação o BWV mostrou, por meio de cores, qual a onda média mais vista, sendo possível registrar, assim, qual onda foi mais prevalente durante o registro.

Para as sessões de TNFB, foi utilizado o jogo computacional Aventuras do Neuroboy (NeuroSky, Inc.), o qual permite ao participante realizar treinamentos com base em estados mentais de meditação (relaxamento) ou concentração, a partir de um *feedback* visual. A levitação de objetos no jogo é a única ação com objetivo de relaxamento, sendo as demais de empurrar, puxar e queimar objetos ligadas à concentração. Portanto, todos os indivíduos foram orientados a levitar objetos na arena do jogo, mantendo-os no ar o mais alto possível pelo maior tempo possível.

Dessa forma, foi registrada a onda prevalente antes e após cada sessão do TNFB, que teve como protocolo de treinamento a levitação de objetivos no jogo pelo tempo de 20 minutos/sessão, totalizando seis sessões, realizadas uma por semana.

2.4 Avaliações dos músculos masseteres

Os músculos masseteres bilateralmente foram analisados mediante as avaliações da temperatura da pele em topografia, medidas de tônus, elasticidade e rigidez, da mobilidade mandibular (amplitude máxima de abertura e lateralidade direita e esquerda), força de mordida e da atividade elétrica muscular. Este bloco avaliativo foi realizado antes da primeira sessão e após a finalização da sexta sessão. No momento destas avaliações, foi solicitado aos participantes que se sentassem confortavelmente em uma cadeira e, em cada momento avaliativo, que mantivessem a postura da coluna de modo ereto e a cabeça em plano de Frankfurt.

2.4.1 Temperatura da pele dos masseteres

A máquina térmica FLIR C2 (Teledyne FLIR®) foi utilizada para mensurar a temperatura da pele. Os participantes permaneceram no laboratório por no mínimo 15 minutos para aclimatização antes da avaliação, com a temperatura da sala controlada entre 20°C e 23°C. Foi solicitada a retirada de todos os adornos encontrados na cabeça e pescoço dos indivíduos, como também de produtos cosméticos sobre a pele. Foi informado aos participantes que, para esta avaliação, evitassem atividade física uma hora antes e não consumir bebidas quentes, alcoólicas e grandes refeições 30 minutos antes. Foi solicitado o mesmo posicionamento anteriormente descrito dos

indivíduos e que se mantivessem sentados em uma cadeira de modo confortável. Uma touca descartável foi posicionada na cabeça, recobrindo as orelhas e os cabelos, e os termogramas foram realizados a uma distância de 30cm do rosto, centralizando os masseteres bilateralmente. As imagens foram analisadas por meio do *software* FLIRTools+, sendo selecionada a área massetérica nas imagens por meio de um retângulo, sendo obtida a média da temperatura em graus célsius.

2.4.2 Medidas de Tônus, rigidez e elasticidade muscular

A avaliação do tônus dos masseteres foi realizada por meio do dispositivo MyotonPRO (Myoton©). Com o indivíduo sentado e posicionado, foi realizada a medição na região do ventre muscular dos masseteres de ambos os lados. O aparelho foi posicionado perpendicularmente à pele e a avaliação foi realizada pelo modo *multiscan*, na qual a sonda de medição gera cinco perturbações na pele e, assim, foi possível obter a média da frequência da oscilação (em Hertz), da rigidez (em Newton/metro) e da elasticidade (decréscimo logarítmico da oscilação natural).

2.4.3 Mobilidade Mandibular

A mobilidade mandibular foi avaliada por meio do paquímetro digital MTX 150mm (MTX®). Com os indivíduos sentados e em posição, foram coletadas as medidas da amplitude máxima de abertura bucal e da lateralização da mandíbula para a direita e esquerda. Os dados foram obtidos em milímetros.

2.4.4 Registro Eletromiográfico e da Força de Mordida

O registro eletromiográfico foi realizado utilizando o aparelho Miotool 400 - 8 canais (Miotec®) com o software computacional Miograph 2.0. Foram utilizados dois sensores SDS500 conectados por garras aos eletrodos de superfície descartáveis Meditrace (Kendall™), posicionados na região central dos masseteres bilateralmente. Os eletrodos foram conectados ao aparelho através de um cabo de conexão USB, e um cabo de referência (terra) foi acoplado ao eletrodo posicionado no epicôndilo medial. Durante o registro, o sistema de aquisição de dados permitiu a seleção de oito ganhos independentes por canal, sendo utilizado o ganho de 1000, e filtro passa-banda 20-500 com interferências eliminadas a partir do filtro Notch. Todos os equipamentos foram apoiados em uma mesa no laboratório.

O participante foi posicionado adequadamente, e a pele das regiões dos masseteres e do epicôndilo medial foi limpa previamente com álcool 70% para minimizar a impedância. A eletromiografia de superfície (EMGs) foi realizada durante a máxima intercuspidação habitual (10 segundos), mastigação livre (10 segundos) e mastigação unilateral direita (10 segundos) e esquerda (10 segundos). Durante as avaliações, os participantes receberam 25 gramas de pão, com um intervalo de dez segundos antes de iniciar o protocolo e cinco segundos entre cada avaliação.

A captação da contração voluntária máxima (CVM) dos músculos masseteres foi realizada para a normalização do sinal. Para isso, foi utilizado um rolete de algodão de 10 mm posicionado entre os primeiros e segundos molares bilateralmente. Os participantes foram instruídos a morder o algodão com a máxima força possível por três vezes consecutivas, com um intervalo de cinco segundos entre cada mordida. O valor intermediário entre as três contrações foi escolhido como a CVM. Os resultados obtidos a partir do sinal gerado pela atividade elétrica muscular foram normalizados pela CVM, permitindo visualizá-los em valores percentuais da atividade elétrica utilizada em cada prova.

A força de mordida também foi medida utilizando o Miotool 400, com o sensor SDS1000 integrado ao software Miograph 2.0. O sensor possui capacidade de registrar a força máxima obtida durante a execução da mordida.

Os sensores foram envoltos em um filme plástico e descartados após cada sessão. Para a coleta, os participantes foram posicionados da mesma forma, com o tronco e cabeça alinhados. As células de carga foram acomodadas na região dos primeiros molares inferiores, e os participantes foram instruídos a executar três apertamentos dentários com força máxima na célula de carga para normalização do sinal pela CVM. Após a normalização, o protocolo de aferição foi aplicado, consistindo em cinco segundos de repouso e cinco segundos de apertamento dentário com força máxima, com as células ainda em posição. Os dados gerados foram analisados em kgf.

2.5 Processamento dos dados

Após a realização do diagnóstico provável de bruxismo do sono, foram explicadas todas as etapas em relação às avaliações dos masseteres e do protocolo de captura de ondas e do TNFB, com cada participante permanecendo na sala durante

todo o experimento. Assim, este tempo de permanência permitiu a aclimatização dos indivíduos para a avaliação termográfica na primeira sessão. Com relação à segunda avaliação da temperatura da pele, o tempo de permanência após o registro de ondas e TNFB também permitiu tal aclimatização.

Foi realizado o primeiro bloco de avaliações da musculatura, em seguida, a captação da onda cerebral mais vista antes do primeiro treinamento e, logo após, o TNFB por 20 minutos. Ao final, nova captação de onda foi realizada. Para as sessões de 2 a 6, foram realizadas as capturas de onda antes e após o treinamento. Somente ao fim da sexta sessão foi realizado novo bloco avaliativo dos masseteres. Todas as informações sobre a realização de cada etapa do experimento foram novamente reforçadas aos participantes previamente ao início de cada avaliação.

2.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram tabulados e analisados através do *software* RStudio (RStudio 4.3.1, Posit Software©, Boston, MA). As variáveis numéricas foram representadas pelas medidas descritivas. O teste t-Student pareado foi usado para variáveis com dados normalmente distribuídos, e o teste Wilcoxon Signed-Rank foi usado para variáveis com dados não normalmente distribuídos. O nível de significância estatística foi definido como $p<0,05$.

3. RESULTADOS

Neste estudo foram incluídos 15 bruxômanos do sono, sendo 10 do sexo feminino e 5 do masculino, com idade média(±DP) para o grupo de bruxômanos de 33,29 (±7,41) anos, 32,7 (±6,19) anos para o sexo feminino e de 36,40 (±9,56) anos para o masculino.

3.1 Sinais e sintomas e diagnóstico possível do BS

Os dados descritivos dos sinais e sintomas e diagnóstico do BS ao início e final da terapia de NFB podem ser visualizadas na Tabela 1. Em relação à percepção do hábito de ranger os dentes enquanto dorme, 52% dos bruxômanos passaram a raramente apresentar o hábito e houve diminuição de todos os sinais e sintomas relatados pelos bruxômanos neste estudo ao fim da terapia. Ao final dos treinamentos, 60% do grupo passou a não apresentar o diagnóstico de BS autorreferido.

Foram encontradas diferenças significativas para a percepção de ranger os dentes enquanto dorme, dificuldade de abrir a boca ao acordar e ao diagnóstico de BS (Tabela 2).

3.2 Avaliação das ondas cerebrais da terapia de NFB

A análise comparativa entre médias das ondas pré e pós-TNFB por sessão, bem como a análise das médias das ondas ao início e fim da terapia de NFB, objetivaram estabelecer correlações entre os estados cerebrais iniciais e finais dos bruxômanos, a fim de verificar o estado de relaxamento dos participantes.

Na Tabela 3 podem ser observadas as comparações entre as médias das ondas pré e pós-treinamento por sessão. Todas as médias apresentadas referem-se ao intervalo de ondas alfa, tanto altas quanto baixas. De modo geral, verifica-se que apesar do aumento ou diminuição do valor médio das ondas, ainda assim esses valores pertencem ao intervalo compreendido para o estado de relaxamento do grupo. Exceto para a S2 (p=0,02), não houve diferenças significativas entre os valores das ondas pré e pós-TNFB.

A comparação entre as médias das ondas pré e pós-TNFB da sessão 1 e das sessões de 2 a 6 podem ser vistas na Tabela 4. Os valores encontrados para as médias “Pré” e “Pré e Pós” treinamento pertenceram ao intervalo de ondas alfa baixas. Já os valores para “Pós” encontraram-se no intervalo de ondas alfa altas. Verifica-se que nenhuma das comparações realizadas obteve significância estatística entre o início da terapia (sessão 1) e seu decurso (sessões 2 a 6). Pode-se inferir que não houve uma mudança significativa no estado de relaxamento do grupo, não indicando, assim, que entre o início e o fim da terapia os participantes ficaram menos relaxados.

3.4 Achados das variáveis morfofisiológicas

3.4.1 Variáveis morfológicas

As variáveis morfológicas são compreendidas pelos dados das avaliações termográficas e de medidas de tônus, rigidez e elasticidade musculares. Observa-se na Tabela 5 que houve aumento pouco expressivo das médias referentes à diferença de temperatura e diminuição dos valores das medidas de tônus e rigidez ao final da terapia. Não foram encontradas diferenças significativas para nenhuma das análises realizadas para estas variáveis (Tabela 6).

3.4.2 Variáveis fisiológicas

As variáveis fisiológicas são compreendidas pelos dados das avaliações da mobilidade mandibular, força de mordida e eletromiografia. Na Tabela 5, é possível observar que a mobilidade mandibular obteve ganhos na amplitude dos movimentos ao fim da terapia, sendo encontradas diferenças significativas para a amplitude máxima de abertura bucal e lateralidade à direita (Tabela 7). Houve diminuição da atividade mioelétrica na mastigação livre à esquerda, sendo estatisticamente significante à terapia. Não foram encontradas diferenças significativas para a força de mordida (Tabela 7), entretanto, observou-se diminuição expressiva da força de mordida à esquerda, e discreto aumento à direita ao fim da intervenção (Tabela 5).

Tabela 1. Dados descritivos dos sinais e sintomas e diagnóstico possível do BS para o grupo.

		Percepção do ranger de dentes enquanto dorme			Impressão de desgaste dental		Cansaço ou dor músculos da mastigação		Dor na região temporal		Dificuldade de abrir a boca ao acordar		Diagnostico possível do BS	
		Rara-mente	Às vezes	Frequen-temente	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Inicial	**n**	0	3	12	7	8	14	1	9	6	10	5	15	0
	%	0	20	80	47	53	93	7	60	40	33	97	100	0
Final	**n**	8	4	3	6	9	9	6	4	11	3	12	6	9
	%	52	27	20	40	60	60	40	27	73	20	80	40	60

Tabela 2. Comparação entre as sessões inicial e final da terapia de NFB de acordo com os sinais e sintomas e diagnóstico do BS para o grupo.

Variáveis	**α**	**N**	**T**	**T-crit**	**T<T-crit**	**Conclusão***
Percepção do ranger de dentes enquanto dorme	5%	10	0	8	**Sim**	**Rejeitar H0**
Impressão de desgaste dental	5%	1	0	-	**	**
Cansaço ou dor músculos da mastigação	5%	6	3,5	0	Não	Não rejeitar H0
Dor na região temporal	5%	7	4	2	Não	Não rejeitar H0
Dificuldade de abrir a boca ao acordar	5%	6	0	0	**Sim**	**Rejeitar H0**
Diagnostico	5%	8	0	3	**Sim**	**Rejeitar H0**

Nota: *Os dados em negrito denotam significância estatística (Wilcoxon Signed-Rank Test); ** Não foi possível inferir.

Tabela 3. Comparação entre as médias das ondas pré e pós-TNFB por sessão (S).

Sessões	Pré	Pós	p-valor
S1	2,33	3,4	0,09
S2	2,13	3,7	**0,02**
S3	2,40	2,20	0,38
S4	3,00	3,20	0,41
S5	3,67	3,60	0,47
S6	3,00	2,47	0,21

Nota: Dados nominais das ondas cerebrais apresentados em valores numéricos, sendo: 0, Delta; 1, Teta; 2, Alfa Baixa; 3, Alfa Alta; 4, Beta Baixa; 5, Beta alta; 6, Gama Baixa; 7, Gama Alta. O número em negrito denota significância estatística ($p < 0,05$; teste t-Student).

Tabela 4. Comparação entre as médias das ondas pré e pós-TNFB da sessão 1 comparadas as das sessões 2 a 6.

	Sessão 1		Sessões 2 a 6			
	Pré	**Pós**	**Pré**	**Pós**	**Pré e Pós†**	**p-valor***
Médias	2,33	-	-	3,04	-	0,08
	2,33	-	2,84	-	-	0,16
	-	3,40	2,84	-	-	0,21
	-	3,40	-	3,04	-	0,30
	2,33	-	-	-	2,94	0,10
	-	3,40	-	-	2,94	0,25

Nota: Dados nominais das ondas cerebrais apresentados em valores numéricos, sendo: 0, Delta; 1, Teta; 2, Alfa Baixa; 3, Alfa Alta; 4, Beta Baixa; 5, Beta alta; 6, Gama Baixa; 7, Gama Alta. † Pré e Pós: média de todas as ondas pré e pós-TNFB. * Significância estatística ($p < 0,05$; teste t-Student).

Tabela 5. Dados descritivos das varáveis morfofisiológicas das sessões inicial e final da terapia de TNFB para o grupo.

	Variáveis morfológicas	Inicial	Final
	Diferença de temp.(°C)	0,32	0,4
MD	Tônus (Hz)	15,83	15,20
MD	Rigidez (N/m)	322,13	280,58
MD	Elasticidade	1,84	1,81
ME	Tônus (Hz)	16,31	15,62
ME	Rigidez (N/m)	333,53	315,20
ME	Elasticidade	1,85	1,86

	Variáveis fisiológicas	Inicial	Final
	Amplitude máxima de abertura (mm)	48,03	52,98
	Lateralidade à direita (mm)	7,95	9,91
	Lateralidade à esquerda (mm)	9,08	9,94
	Força de mordida à direita (kgf)	301	307,94
	Força de mordida à esquerda (kgf)	351	323,79
MD	EMG Máx. Intercuspidação Habitual (%)	25,32	32,53
MD	EMG Mastigação Livre (%)	16,27	18,38
MD	EMG Mastigação Direita (%)	18,69	26,67
MD	EMG Mastigação Esquerda (%)	16,51	19,08
ME	EMG Máx. Intercuspidação Habitual (%)	22,79	37,26
ME	EMG Mastigação Livre (%)	14,08	20,16
ME	EMG Mastigação Direita (%)	13,58	24,47
ME	EMG Mastigação Esquerda (%)	18,06	22,54

Abreviações: MD, Masseter lado direito; ME, Masseter lado esquerdo; °C, Graus Celsius; Hz, Hertz; N/m, Newton por metro; mm, Milímetros; EMG, Eletromiografia; Máx., Máxima; kgf, Quilograma força. Dados estão apresentados como média.

Tabela 6. Comparação entre as sessões inicial e final da terapia de NFB de acordo com as variáveis morfológicas.

	Variáveis	α	N	T	T-crit	T<T-crit	Conclusão
	Diferença de temperatura (°C)	5%	12	37,5	13	Não	Não rejeitar H0
MD	Tônus (Hz)	5%	15	28	25	Não	Não rejeitar H0
MD	Rigidez (N/m)	5%	15	21	25	Não	Não rejeitar H0
MD	Elasticidade	5%	15	60	25	Não	Não rejeitar H0
ME	Tônus (Hz)	5%	15	33	25	Não	Não rejeitar H0
ME	Rigidez (N/m)	5%	15	39	25	Não	Não rejeitar H0
ME	Elasticidade	5%	15	49,5	25	Não	Não rejeitar H0

Abreviações: MD, Masseter lado direito; ME, Masseter lado esquerdo; temp., Temperatura; °C, Graus Celsius; Hz, Hertz; N/m, Newton por metro. Os dados em negrito denotam significância estatística (Wilcoxon Signed-Rank Test).

Tabela 7. Comparação entre as sessões inicial e final da terapia de NFB de acordo com as variáveis fisiológicas.

	Variáveis	α	N	T	T-crit	T<T-crit	Conclusão
	Amplitude máxima de abertura (mm)	5%	15	6	25	**Sim**	**Rejeitar H0**
	Lateralidade à direita (mm)	5%	15	5	25	**Sim**	**Rejeitar H0**
	Lateralidade à esquerda (mm)	5%	15	28	25	Não	Não rejeitar H0
	Força de mordida à direita (kgf)	5%	15	56	25	Não	Não rejeitar H0
	Força de mordida à esquerda (kgf)	5%	15	34	25	Não	Não rejeitar H0
MD	EMG Máx. Intercuspidação Habitual (%)	5%	15	50	25	Não	Não rejeitar H0
MD	EMG Mastigação Livre (%)	5%	15	33	25	Não	Não rejeitar H0
MD	EMG Mastigação Direita (%)	5%	15	36	25	Não	Não rejeitar H0
MD	EMG Mastigação Esquerda (%)	5%	15	32	25	Não	Não rejeitar H0
ME	EMG Máx. Intercuspidação Habitual (%)	5%	15	36	25	Não	Não rejeitar H0
ME	EMG Mastigação Livre (%)	5%	15	20	25	**Sim**	**Rejeitar H0**
ME	EMG Mastigação Direita (%)	5%	15	25	25	Não	Não rejeitar H0
ME	EMG Mastigação Esquerda (%)	5%	15	27	25	Não	Não rejeitar H0

Abreviações: MD, Masseter lado direito; ME, Masseter lado esquerdo; mm, Milímetros; EMG, Eletromiografia; Máx., Máxima; kgf, Quilograma força. Os dados em negrito denotam significância estatística (Wilcoxon Signed-Rank Test).

4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo investigar os efeitos da terapia de NFB de relaxamento na atividade do músculo masseter em adultos com BS. A hipótese central foi de que a terapia poderia influenciar os parâmetros morfofisiológicos dessa musculatura, resultando em efeitos de relaxamento nos masseteres. Até o presente momento, este é o primeiro estudo a examinar os impactos do NFB na atividade do músculo masseter em indivíduos com BS.

Acerca do protocolo de NFB estabelecido neste estudo, foi considerado que a assimetria alfa presente na região frontal do cérebro tem o potencial de resultar em efeitos positivos na diminuição do estresse e,[15] dessa forma, a seleção do MWM2 foi respaldada pela sua localização do biossensor na região pré-frontal (Fp1). Esse dispositivo é capaz de identificar os níveis de potência das diferentes frequências de ondas cerebrais, como alfa, beta, delta, gama e teta, proporcionando também um registro eficiente dos níveis de atenção e meditação do utilizador.

Ademais, ainda não há um protocolo considerado como padrão-ouro de NFB para treinamentos de redução do estresse,[16] como também nenhum voltado ao manejo do BS. Nesse contexto, em relação ao TNFB, o jogo computacional "Aventuras do NeuroBoy" (NeuroSky, Inc.) foi empregado, por permitir a tarefa de meditação dos usuários (voltadas às ondas alfa e teta) e ser interativo aos usuários. A determinação do número, duração e intervalo entre as sessões foi embasada na consideração de promover uma ótima adesão por parte dos participantes ao experimento.

A seguir, serão discutidos os achados quanto à avaliação dos sinais e sintomas e diagnóstico do BS, do relaxamento da terapia de NFB por meio do registro de ondas cerebrais e os efeitos da terapia nos parâmetros estruturais e funcionais musculares. Adicionalmente, serão fornecidas recomendações para estudos futuros. As análises foram conduzidas para investigar os possíveis efeitos terapêuticos do NFB no contexto do BS e avaliar sua influência na atividade muscular dos masseteres.

4.1 Avaliação dos sinais e sintomas e do diagnóstico do BS após terapia de NFB

No grupo submetido à terapia, foram observadas reduções significativas nos sinais e sintomas de bruxismo, com os participantes relatando menor desconforto e dor nos músculos da mastigação, dor na região temporal, bem como menor dificuldade de abrir a boca ao acordar, sendo encontradas diferenças significativas

para esta última variável. Esses resultados indicam que a terapia teve um impacto positivo no alívio dos sinais e sintomas relacionados ao bruxismo. É importante destacar que a dor, fadiga e hipertrofia musculares são os sinais e sintomas mais comumente associados ao bruxismo, conforme previamente descrito na literatura científica.[17]

O ranger ou apertamento de dentes durante o sono é considerado um fator de grande impacto na etiopatogenia da DTM.[18] Estudos têm demonstrado que indivíduos com DTM frequentemente apresentam atividade aumentada nos músculos da mastigação, e o bruxismo é frequentemente associado ao desenvolvimento da DTM dolorosa. No entanto, é importante ressaltar que o bruxismo pode ser um fator de risco para a DTM, mas não necessariamente sua causa direta. A relação entre bruxismo e DTM é complexa e envolve múltiplos fatores, e a compreensão dessa associação requer investigações adicionais.[3]

Diferenças significativas à terapia foram encontradas acerca da percepção de ranger os dentes durante o sono no grupo estudado, resultando em uma redução do número de episódios relatados pelo grupo. Ao se observar os valores das médias das respostas desta variável, observa-se que 52% dos respondentes passaram a raramente perceber o hábito, e 20% afirmaram frequentemente notá-lo. Assim, o NFB pode ter ajudado a reduzir a ocorrência e intensidade do bruxismo ao permitir que os indivíduos aprendam a autorregular sua atividade cerebral, promovendo relaxamento e redução do apertamento ou ranger dos dentes, podendo, inclusive, diminuir os possíveis quadros associados à DTM dolorosa.

Mais da metade do grupo (60%) não apresentou diagnóstico autorrelatado de BS ao final das sessões, sendo encontradas diferenças estatísticas à terapia. O diagnóstico de bruxismo autorreferido é realizado quando o indivíduo relata sintomas como atividade de ranger/apertar os dentes, fadiga muscular e/ou dor na região dento-maxilar, ou ainda a presença de desgaste dentário localizado ou generalizado.[18] A diminuição dos sintomas e a melhora do quadro diagnóstico sugerem que a terapia de NFB teve impacto positivo na redução dos sintomas autorrelatados de bruxismo nos participantes deste estudo, indicando sua possível eficácia como uma abordagem terapêutica promissora para o manejo do BS.

4.2 Avaliação do grau de relaxamento dos bruxômanos do sono a partir do registro de ondas

As análises das ondas pré e pós-TNFB permitem entender que as frequências registradas durante os treinamentos tenderam a aumentar, podendo-se presumir que os indivíduos possam ter ficado menos relaxados no decorrer das sessões. Entretanto, verifica-se que apesar do aumento do valor médio das ondas, ainda assim, estes valores pertenceram ao intervalo de ondas compreendido para o estado de relaxamento (frequência de ondas alfa).

Assim, os resultados não permitiram identificar mudanças significativas no estado de relaxamento do grupo, exceto para a S2, na qual os participantes apresentaram médias de 2,13 (ondas alfa baixas) ao início e de 3,73 (ondas alfa altas) ao final. Essa mudança sugere que apenas nesta sessão específica os participantes possam ter experimentado um nível de relaxamento ligeiramente menor.

Com relação ao andamento da terapia, foram realizadas análises comparativas das ondas com o objetivo de testar a hipótese de que os registros das ondas cerebrais ao início e ao final das sessões poderiam ser uma medida de avaliação do relaxamento obtido com o TNFB. Contudo, não foram observadas diferenças significativas entre a sessão inicial (S1) e as sessões subsequentes (S2 a S6) ao longo do decurso da terapia. Portanto, neste estudo, o registro das ondas cerebrais não pôde ser considerado uma medida efetiva de avaliação do grau de relaxamento dos indivíduos com bruxismo após a terapia de NFB.

Entretanto, é importante destacar que a terapia de NFB teve um efeito significativo na performance da musculatura dos masseteres a partir das avaliações musculares realizadas. Essas alterações serão discutidas a seguir e indicaram uma resposta de relaxamento muscular nos indivíduos com bruxismo que participaram deste estudo.

4.3 Efeitos do TNFB na morfologia muscular

Quanto às medidas do tônus, rigidez e elasticidade musculares avaliados, é importante destacar que a medição objetiva destes parâmetros realizada neste estudo com o dispositivo MyotonPRO demonstra alta confiabilidade teste-reteste em estudos anteriores, com resultados consistentes.[19,20]

Ao se observar os valores das médias para o tônus à direita e esquerda do grupo, nota-se que houve diminuição dos valores ao fim da terapia com diferenças discretas e similares no MD (-0,63Hz) e ME (-0,69Hz). Entretanto, os valores das médias ao final da terapia passaram a ser mais próximos. Mesmo não tendo sido

encontradas diferenças significativas para esta variável no estudo, pode-se inferir que o NFB tenha influenciado a musculatura bilateralmente relaxando-as de modo similar, podendo-se supor que o NFB pôde influenciar a diminuição do tônus de modo bilateral nos bruxômanos do sono deste estudo.

Não foram encontradas diferenças significativas para a rigidez, entretanto, observa-se diminuição dos valores médios deste parâmetro ao fim da terapia, com diferenças entre as sessões inicial e final de -41,55Nm e -18,33Nm para o masseter direito e esquerdo, respectivamente. Estes achados sugerem a possibilidade de que a terapia teve um efeito mais pronunciado na musculatura que inicialmente demonstrava menor rigidez antes do início do tratamento.

Ao despertar, os bruxômanos do sono frequentemente relatam dores na região temporal, fadiga da musculatura mandibular e travamento ou dificuldade de abertura bucal.[21] Dessa forma, estes achados podem indicar que o NFB de relaxamento possa influenciar o tônus e a rigidez musculares nos bruxômanos, demonstrando efeitos significativos tanto no lado direito quanto no lado esquerdo da musculatura avaliada.

Assim, a redução destes dois parâmetros pode sugerir ao favorecimento do alongamento dos músculos envolvidos, o que poderia contribuir para uma maior mobilidade mandibular, conforme observado neste estudo. Essa possibilidade sugere que o NFB pode ter influenciado positivamente a flexibilidade dos músculos mandibulares, permitindo uma melhora na amplitude de movimento da mandíbula nos participantes.

4.4 Efeitos do TNFB na fisiologia muscular

No que diz respeito aos parâmetros da mobilidade mandibular, observou-se um aumento em todas as médias avaliadas, sendo de 4,95mm para a amplitude máxima de abertura, e de 1,96mm e 0,86mm para a lateralidade direita e esquerda, respectivamente. Diferenças significativas foram encontradas para a amplitude máxima e lateralidade à direita no grupo.

Ao comparar as médias da lateralidade esquerda e direita, verificou-se que os valores ao final da terapia tornaram-se bastante similares, com maior ganho de mobilidade para o lado inicialmente menor. Fisiologicamente, é ideal que os dois lados do músculo masseter devam estar igualmente envolvidos na manutenção da função mastigatória.[22] Dessa forma, o equilíbrio é um elemento fundamental na harmonia

anatômica e funcional do sistema mastigatório como um todo, proporcionando estabilidade a longo prazo ao sistema estomatognático (SE).[23]

O movimento de mastigação adequado inclui diversos fatores, como um padrão bilateral alternado, lateralização de língua e mandíbula, além de simetria muscular. Para que esse padrão mastigatório ocorra de forma eficiente, é imprescindível a existência de uma harmonia morfológica e funcional entre as estruturas estomatognáticas.[24] Assim, os achados deste estudo sugerem que a terapia de NFB tenha promovido o relaxamento da musculatura bilateralmente, mas de forma a trazer resultados que tenderam ao maior equilíbrio e recrutamento muscular durante a abertura e excursão mandibular tanto para o lado direito quanto para o lado esquerdo nos bruxômanos deste estudo.

A força máxima de mordida é um componente essencial da função mastigatória e é considerada uma das mais importantes no SE.[25] Esta força nos bruxômanos, comparada ao do estado fisiológico, é maior significativamente, dura mais tempo e não tem ritmo nestes indivíduos durante o trituramento, o que pode trazer danos ao tecidos dental e periodontal, aos implantes dentários, articulação temporomandibular e tecido neuromuscular,[26] podendo causar hiperatividade e hipertrofia nos músculos mastigatórios, especialmente o masseter.[27]

Uma diminuição significativa foi notada na média da força de mordida no masseter direito (-27,21 kgf) do grupo, ao passo que houve pequeno aumento no masseter esquerdo (+6,94 kgf), ambos os resultados ao término da terapia. Ao comparar as diferenças entre as médias iniciais e finais nos lados direito e esquerdo, observou-se que a diferença inicial de 50 kgf foi reduzida para 15,85 kgf após a última sessão, tornando os resultados mais próximos.

Sendo a força de mordida regulada pelos receptores do SNC e pelas estruturas orofaciais,[27] pode-se supor, mesmo não sendo encontradas diferenças significativas para a força de mordida, que os efeitos da terapia de NFB podem ter influenciado a musculatura bilateralmente, resultando em uma redução da força de mordida no lado inicialmente mais forte (MD) e um aumento da força no masseter contralateral menos forte (ME), tendenciando ao equilíbrio das forças musculares de ambos os lados. Além disso, a diminuição da força de mordida no ME e o maior ganho de amplitude de movimento à direita podem ser interpretados como um indício de relaxamento no lado direito ao final da terapia.

Durante a mastigação e a deglutição, os músculos da mandíbula liberam energia. A análise eletromiográfica da atividade da musculatura mastigatória em indivíduos com BS apresenta relevância clínica na odontologia, pois sugere que o distúrbio orofacial pode tanto influenciar quanto ser influenciado por fatores comportamentais.[17] Neste estudo, foi constatado um aumento na atividade mioelétrica durante a mastigação livre nos masseteres direito (2,11%) e esquerdo (6,08%), com diferença significativa encontrada para masseter esquerdo. Mesmo com aumento considerável da atividade no lado esquerdo, os valores das médias ao término da terapia tornaram-se mais próximos quando comparados aos valores iniciais.

Uma relação harmoniosa e estável dos componentes do SE, controlada pelo SNC e periférico, é fundamental e contribui para a saúde do sistema. Quando esta interrelação é rompida, podem surgir complicações como doença periodontal, DTM e dor nos músculos mastigatórios. Essas condições podem levar ao desenvolvimento de limitações no movimento mandibular, afetando a funcionalidade do SE.[26] Quando ocorre uma mastigação unilateral, ou seja, uma preferência por mastigar mais de um lado da boca, pode haver um comprometimento funcional do SE, resultando em desequilíbrio nas forças envolvidas no ato mastigatório e alterações nos sistemas dentário, muscular e esquelético. Além disso, essas alterações podem levar ao desenvolvimento de assimetrias faciais.[28]

Assim, resultados concernentes à atividade mioelétrica durante a mastigação livre sugerem que o NFB possa ter exercido influência sobre a musculatura que, antes do início dos treinamentos, demonstrava menor atividade. Isso pode ter culminado na regulação mais consistente e equilibrada das atividades musculares deste grupo de bruxômanos.

Por fim, mediante as análises deste estudo, a mobilidade mandibular pode emergir como um parâmetro relevante para a avaliação contínua da progressão e investigação dos treinamentos de NFB para o BS. A observação da mobilidade mandibular pode oferecer *insights* valiosos sobre a resposta adaptativa dos músculos mastigatórios e do SE em geral à intervenção de NFB.

LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

No que concerne à avaliação diagnóstica, é importante considerar a potencial falta de confiabilidade nas respostas subjetivas fornecidas pelos participantes no

questionário. Além disso, o método de autorrelato não contempla a variação intrínseca da atividade do BS ao longo do tempo.

A ausência de aleatorização na seleção dos participantes também se configura como uma limitação de significância e pode introduzir vieses de seleção, tornando complexo afirmar se as características observadas nos participantes foram influenciadas pelo TNFB ou pelas análises morfofuncionais da musculatura massetérica. Isso potencialmente diminui a habilidade de estabelecer relações de causalidade entre as variáveis examinadas.

Adicionalmente, é imperativo levar em consideração a possibilidade de ocorrência de erro do tipo 1, devido ao número limitado de participantes. Com uma amostra reduzida, os resultados dos testes estatísticos podem se tornar mais suscetíveis a flutuações aleatórias, o que pode resultar em conclusões equivocadas acerca da significância estatística.

Com relação à avaliação eletromiográfica, aos participantes foram oferecidos pedaços de pão durante o estudo. No entanto, os fatores relacionados ao alimento não foram especificamente determinados neste estudo, como também não foi investigado se esses fatores poderiam ter influência crítica na determinação dos movimentos mastigatórios. Essa questão deve ser considerada em futuras pesquisas para um melhor entendimento dos efeitos do alimento na atividade eletromiográfica durante a mastigação.

Outra sugestão relevante para estudos futuros é a realização de ensaios clínicos randomizados e controlados, os quais são essenciais para avaliar de forma mais precisa a eficácia do NFB no relaxamento muscular de bruxômanos do sono. Além disso, é importante considerar estudos com acompanhamento a longo prazo, visando avaliar a sustentabilidade dos efeitos da terapia e identificar possíveis efeitos a longo prazo do NFB no tratamento do bruxismo.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a terapia de NFB teve um impacto positivo na redução dos sinais e sintomas e do diagnóstico autorrelatado de BS nos participantes do estudo. Além disso, o NFB pode contribuir para promover maior mobilidade e equilíbrio na excursão e atividade mandibulares para ambos os lados, o que sugere que a terapia promove mudanças na performance da musculatura

bilateralmente, de forma a trazer resultados que tendem ao maior equilíbrio e recrutamento musculares.

REFERÊNCIAS

1. Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, et al. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. J Oral Rehabil. 2018;45(11):837-844.
2. Manfredini, D, Winocur E, Guarda-Nardani L, et al. Epidemiology of bruxism in adults: a systematic review of the literature. J Orofac Pain 2013;27(2):99-110.
3. Thayer MLT, Ali R. The dental demolition derby: bruxism and its impact - part 1: background. British dental journal 2022;232(8).
4. Merino JJ, Parmigiani-Izquierdo JM, López-Oliva ME, et al. Origanum majorana essential oil inhalation during neurofeedback training reduces saliva myeloperoxidase activity at session-1 in bruxistic patients. J Clin Med 2019;8(2):158.
5. Kuang B, Li D, Lobbezoo F, et al. Associations between sleep bruxism and other sleep-related disorders in adults: a systematic review. Sleep medicine 2022;89:31-47.
6. Melo G, Duarte J, Pauletto P, et al. Bruxism: An umbrella review of systematic reviews. J Oral Rehabil 2019;46(7):666-90.
7. Manfredini D, Lobbezoo F. Role of psychosocial factors in the etiology of bruxism. J Orofac Pain 2009;23(2):153-66.
8. Valiente López M, van Selms MKA, van der Zaag J, et al. Do sleep hygiene measures and progressive muscle relaxation influence sleep bruxism? Report of a randomised controlled trial. J Oral Rehabil 2015;42(4):259-65.
9. Ilovar S, Zolger D, Castrillon E, et al. Biofeedback for treatment of awake and sleep bruxism in adults: systematic review protocol. Syst Rev 2014;3:42.
10. Micoulaud-Franchi J, Batail JM, Fovet T, et al. Towards a Pragmatic Approach to a Psychophysiological Unit of Analysis for Mental and Brain Disorders: An EEG-Copeia for Neurofeedback. Appl Psychophysiol Biofeedback 2019;44(3):151-72.
11. Sho'ouri N. A new neurofeedback training method based on feature space clustering to control EEG features within target clusters. J Neurosci Methods 2021;362:109304.

12. Micoulaud-Franchi JÁ, Jeunet C, Pelissolo A, et al. EEG Neurofeedback for Anxiety Disorders and Post-Traumatic Stress Disorders: A Blueprint for a Promising Brain-Based Therapy. Curr Psychiatry Rep 2021;23(12):84.

13. Medicine AAoS. International classification of sleep disorders. American Academy of Sleep Medicine: Darien; 2014.

14. Negreiros J, Dantas A, Silva H. Efeito imediato do uso do neurofeedback na amplitude demovimento mandibular em indivíduo com bruxismo do sono. Pulso Editorial: São José dos Campos; 2020.

15. Hafeez Y, Ali S, Mumtaz W, et al. Investigating Neurofeedback Protocols for Stress Mitigation: A Comparative Analysis of Different Stimulus Contents. IEEE Access 2019;7:141021-141035

16. Hong J, Park J. Efficacy of Neuro-Feedback Training for PTSD Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. International journal of environmental research and public health 2022;19(20):13096.

17. Palinkas M, Bataglion C, Canto GdL, et al. Impact of sleep bruxism on masseter and temporalis muscles and bite force. Cranio 2016;34(5):309-15.

18. Fluerașu MI, Bocsan IC, Buduru S, et al. The correlation between sleep bruxism, salivary cortisol, and psychological status in young, Caucasian healthy adults. Cranio 2021;39(3):218-224.

19. Hara K, Namiki C, Yamaguchi K, et al. Association between myotonometric measurement of masseter muscle stiffness and maximum bite force in healthy elders. J Oral Rehabil 2020;47(6):750-756.

20. Ramazanoglu E, Turhan B, Usgu S. Evaluation of the tone and viscoelastic properties of the masseter muscle in the supine position, and its relation to age and gender. Dent Med Probl 2021;58(2):155-61.

21. Dias I, Mello L, Maia I, et al. Evaluation of the risk factors of sleep bruxism. Arquivos em Odontologia 2014;50:113.

22. Yu JF, Chang TT, Zhang ZJ. The Reliability of MyotonPRO in Assessing Masseter Muscle Stiffness and the Effect of Muscle Contraction. Med Sci Monit 2020;26:e926578.

23. Dawson PE. Oclusão funcional: da ATM ao desenho do sorriso. Santos Publicações: São Paulo; 2020.

24. Bianchini E. Mastigação e ATM: avaliação e terapia. In: Fundamentos em fonoaudiologia: aspectos clínicos da motricidade oral. (Marchesan IQ. ed.) Guanabara Koogan: Rio de Janeiro; 1998.

25. Calderon Pdos S, Kogawa EM, Corpas Ldos S, et al. The influence of gender and bruxism on human minimum interdental threshold ability. J Appl Oral Sci 2009;17(3):224-8.

26. Lei Q, Lin D, Liu Y, et al. Neuromuscular and occlusion analysis to evaluate the efficacy of three splints on patients with bruxism. BMC Oral Health 2023;23(1):325.

27. Todic J, Mitic A, Lazic D, et al. Effects of bruxism on the maximum bite force. Vojnosanit Pregl 2017;74(2):138-44.

28. Nascimento GKBO, Paraíba SdEdSd, Lima LMd, et al. Preferência de lado mastigatório e simetria facial em laringectomizados totais: estudo clínico e eletromiográfico. Revista CEFAC 2013;15(6):1525-1532.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstraram que apenas uma sessão quanto a terapia de NFB puderam influenciar mudanças na morfofisiologia muscular dos masseteres dos bruxômanos do sono deste estudo, sugerindo efeitos de relaxamento muscular e tendência ao equilíbrio da função dos masseteres bilateralmente.

Ademais, a terapia de NFB teve um impacto positivo na redução dos sinais e sintomas do bruxismo, com mais da metade dos bruxômanos não exibindo diagnóstico autorrelatado de BS ao fim da terapia.

Assim, apesar das limitações deste estudo, os resultados sugerem que o NFB pode ser uma abordagem terapêutica promissora para o manejo do BS, proporcionando redução de seus sinais e sintomas e influenciando positivamente o relaxamento da musculatura mastigatória.

REFERÊNCIAS

ALI, R. **Testing Neurofeedback System for Studying Cognitive Tests**. Conference: 2023 International Conference on Communication, Computing and Digital Systems (C-CODE):1-6.

AMERICAN ACADEMY OF SLEEP MEDICINE (AASM). **International classification of sleep disorders**. Darien: American Academy of Sleep Medicine, 2014.

BOCANEGRA-PÉREZ, Á. J.; VELASQUEZ-PEREZ, J.; MARTINEZ-DIAZ, L. V.; CÁRDENAS-POVEDA, C. *et al.* **Music-based neurofeedback system for stress regulation and memory stimulation**. SPIE, 2020. (The 16th International Symposium on Medical Information Processing and Analysis.

FLUERAȘU, M. I.; BOCSAN, I. C.; BUDURU, S.; POP, R. M. *et al.* **The correlation between sleep bruxism, salivary cortisol, and psychological status in young, Caucasian healthy adults**. Cranio, 39, n. 3, p. 218-224, May 2021.

GORINI, A.; MARZORATI, C.; CASIRAGHI, M.; SPAGGIARI, L. *et al.* **A neurofeedback-based intervention to reduce post-operative pain in lung cancer patients: study protocol for a randomized controlled trial**. JMIR research protocols, 4, n. 2, p. e52-e52, 2015.

GOUW, S.; DE WIJER, A.; KALAYKOVA, S. I.; CREUGERS, N. H. J. **Masticatory muscle stretching for the management of sleep bruxism: A randomised controlled trial**. **J Oral Rehabil**, 45, n. 10, p. 770-776, 2018.

HAFEEZ, Y.; ALI, S.; MUMTAZ, W.; MOINUDDIN, M. et al. **Investigating Neurofeedback Protocols for Stress Mitigation: A Comparative Analysis of Different Stimulus Contents**. IEEE Access, 7, p. 141021-141035, 2019.

HONG, J.; PARK, J. **Efficacy of Neuro-Feedback Training for PTSD Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis**. International journal of environmental research and public health, 19, n. 20, p. 13096, 10/12/2022 2022.

ILOVAR, S.; ZOLGER, D.; CASTRILLON, E.; CAR, J. *et al.* **Biofeedback for treatment of awake and sleep bruxism in adults: systematic review protocol**. Syst Rev, 3, p. 42, May 2 2014.

JOKUBAUSKAS, L.; BALTRUSAITYTE, A. **Efficacy of biofeedback therapy on sleep bruxism: A systematic review and meta-analysis**. J Oral Rehabil, 45, n. 6, p. 485-495, Jun 2018.

JOKUBAUSKAS, L.; BALTRUSAITYTE, A.; PILEICIKIENE, G. **Oral appliances for managing sleep bruxism in adults: a systematic review from 2007 to 2017**. J Oral Rehabil, 45, n. 1, p. 81-95, Jan 2018.

KATO, T.; HIGASHIYAMA, M.; KATAGIRI, A.; TOYODA, H. et al. **Understanding the pathophysiology of sleep bruxism based on human and animal studies: A narrative review**. Jour Oral Bios, 65, n. 2, p. 156-162, 2023 Jun 2023.

KUANG, B.; LI, D.; LOBBEZOO, F.; DE VRIES, R. et al. **Associations between sleep bruxism and other sleep-related disorders in adults: a systematic review**. Sleep medicine, 89, p. 31-47, 2022 Jan 2022.

LARSEN, E. A. **Classification of EEG Signals in a Brain-Computer Interface System**, p. 72, jun. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Norwegian University of Science and Technology, Noruega.

LOBBEZOO, F.; AHLBERG, J.; GLAROS, A. G.; KATO, T. *et al.* **Bruxism defined and graded: an international consensus**. J Oral Rehabil, 40, n. 1, p. 2-4, Jan 2013.

LOBBEZOO, F.; AHLBERG, J.; RAPHAEL, K. G.; WETSELAAR, P. *et al.* **International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress**. J Oral Rehabil, 45, n. 11, p. 837-844, Nov 2018.

MACEDO, C. R.; SILVA, A. B.; MACHADO, M. A.; SACONATO, H. *et al.* **Occlusal splints for treating sleep bruxism (tooth grinding)**. Cochrane Database Syst Rev, n. 4, p. Cd005514, Oct 17 2007.

MAJOR, M.; ROMPRÉ, P.; GUITARD, F.; TENBOKUM, L. et al. **A controlled daytime challenge of motor performance and vigilance in sleep bruxers**. J Dent Res, 78, n. 11, p. 1754-1762, 1999 Nov 1999.

MANFREDINI, D.; LOBBEZOO, F. **Role of psychosocial factors in the etiology of bruxism**. J Orofac Pain, 23, n. 2, p. 153-166, 2009 Spring 2009.

MELO, G.; DUARTE, J.; PAULETTO, P.; PORPORATTI, A. L. *et al.* **Bruxism: An umbrella review of systematic reviews**. J Oral Rehabil, 46, v. 7, p. 666-690, Apr 16 2019.

MELO, G.; DUTRA, K. L.; RODRIGUES FILHO, R.; ORTEGA, A. O. L. *et al.* **Association between psychotropic medications and presence of sleep bruxism: A systematic review**. J Oral Rehabil, 45, n. 7, p. 545-554, Jul 2018.

MERINO, J. J.; PARMIGIANI-IZQUIERDO, J. M.; LÓPEZ-OLIVA, M. E.; CABAÑA-MUÑOZ, M. E. **Origanum majorana essential oil inhalation during neurofeedback training reduces saliva myeloperoxidase activity at session-1 in bruxistic patients**. J Clin Med, 8, n. 2, 2019.

MESKO, M. E.; HUTTON, B.; SKUPIEN, J. A.; SARKIS-ONOFRE, R. *et al.* **Therapies for bruxism: a systematic review and network meta-analysis (protocol)**. Syst Rev, 6, n.1, p. 4, Jan 2017.

MICOULAUD-FRANCHI, J. A.; BATAIL, J. M.; FOVET, T.; PHILIP, P. *et al.* **Towards a Pragmatic Approach to a Psychophysiological Unit of Analysis for Mental and Brain Disorders: An EEG-Copeia for Neurofeedback**. Appl Psychophysiol Biofeedback, May 16 2019.

MINAKUCHI, H.; SOGAWA, C.; HARA, E. S.; MIKI, H. et al. **Comparison of platelet serotonin transporter activity in subjects with severe sleep bruxism and control**. J Prosthodont Res, 58, n. 4, p. 217-222, Oct 2014.

NEGREIROS, J.; BARBOSA, L.; CUNHA, D.; SILVA, H. **Neurofeedback therapy used to treat sleep bruxism in adult subjects: a scoping review protocol**. v.24, n. 4, p. e3522, DOI: 10.1590/1982-0216/20222443522.

NEUROSKY. **BrainWave Visualizer 2.0**. 2023a. Disponível em: https://store.neurosky.com/products/visualizer. Acesso em: 20 de Julho.

NEUROSKY. **Brainwave Visualizer User Guide.** 2011. 10 p. Disponível em: https://store.neurosky.com/products/visualizer. Acesso em: 20 de junho.

NEUROSKY. **MindWave Mobile 2: User Guide**. 2018. Disponível em: http://download.neurosky.com/public/Products/MindWave%20Mobile%202/MindWave%20Mobile%202%20User%20Guide%20.pdf. Acesso em: 20 de junho.

NEUROSKY. **The Adventures of NeuroBoy**. 2023b. Acesso em: 20 de junho.

NIETO-VALLEJO, A. E.; RAMÍREZ-PÉREZ, O. F.; BALLESTEROS-ARROYAVE, L. E.; ARAGÓN, A. **Design of a Neurofeedback Training System for Meditation Based on EEG Technology.** Revista Facultad de Ingeniería, 30, 2021.

PEI, G.; WU, J.; CHEN, D.; GUO, G. et al. **Effects of an Integrated Neurofeedback System with Dry Electrodes: EEG Acquisition and Cognition Assessment**. Sensors (Basel), 18, n. 10, p. 3396, 10/11/2018 2018.

POLMANN, H.; RÉUS, J.; MASSIGNAN, C.; SERRA-NEGRA, J. et al. **Association between sleep bruxism and stress symptoms in adults: A systematic review and meta-analysis**. Jour Oral Rehab, 48, n. 5, p. 621-631, 2021 May 2021.

SAŁABUN, W. Fundamental of EEG Measurement. **MEASUREMENT SCIENCE REVIEW** 2014. 169-174 p.

SHO'OURI, N. **Hard Boundary-Based Neurofeedback Training Procedure: A Modified Fixed Thresholding Method for More Accurate Guidance of Subjects Within Target Areas During Neurofeedback Training**. Clinical EEG and Neuroscience, 54, n. 3, p. 228-237, 2023.

TEPLAN, M. Fundamental of EEG Measurement. **MEASUREMENT SCIENCE REVIEW**, 2, 2002.

THAYER, M. L. T.; ALI, R. **The dental demolition derby: bruxism and its impact - part 1: background**. Br Dent J, n. 232, p. 515-521, 2022.

VALIENTE LÓPEZ, M.; VAN SELMS, M. K.; VAN DER ZAAG, J.; HAMBURGER, H. L. *et al.* **Do sleep hygiene measures and progressive muscle relaxation influence sleep bruxism? Report of a randomised controlled trial.** J Oral Rehabil, 42, n. 4, p. 259-265, Apr 2015.

VAN SELMS, M.; KROON, J.; TUOMILEHTO, H.; PELTOMAA, M. *et al.* **Self-reported sleep bruxism among Finnish symphony orchestra musicians: Associations with perceived sleep-related problems and psychological stress**. Cranio, 41, n. 4, p. 323-330, 2023 Jul 2023.

VLĂDUȚU, D.; POPESCU, S. M.; MERCUȚ, R.; IONESCU, M. *et al.* **Associations between Bruxism, Stress, and Manifestations of Temporomandibular Disorder in Young Students**. Int J Environ Res Public Health, 19, n. 9, Apr 29 2022.

YEH, W.; JU, Y.; LIU, Y.; WANG, T. **Systematic Review and Meta-Analysis on the Effects of Neurofeedback Training of Theta Activity on Working Memory and Episodic Memory in Healthy Population**. Int J Environ Res Public Health, 19, n. 17, p. 11037, 09/03/2022 2022.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UFPE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
LABORATÓRIO DE MOTRICIDADE OROFACIAL
DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) senhor (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **EFICÁCIA DO TREINAMENTO COM NEUROFEEDBACK NO MÚSCULO MASSETER: ENSAIO CLÍNICO**, que está sob a responsabilidade do pesquisador Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros, Rua Pau Brasil, 310, Condomínio Bella Aldeia Village, Casa F02, Aldeia dos Camarás, Camaragibe-PE, CEP 54789-140, (81) 99915-6767, jhonyherick@gmail.com, para contato do pesquisador responsável (inclusive ligações a cobrar). Também participa desta pesquisa o pesquisador orientador Hilton Justino da Silva, telefone para contato (81) 99973-2857, e-mail hiltonfono@hotmail.com.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

A presente pesquisa tem como objetivo analisar o efeito do treinamento com neurofeedback (que consiste no treinamento comportamental a partir da identificação de ondas cerebrais alteradas e nas quais se deseja trabalhar) no funcionamento do músculo masseter em indivíduos entre 25 a 44 anos com bruxismo do sono. A participação na pesquisa é voluntária e caso o senhor (a) aceite participar será realizada a primeira etapa a qual consiste em entrevista inicial individual com duração de em média 10 minutos para coleta de dados sociodemográfico e verificação de possíveis queixas relacionadas ao bruxismo do sono.

Na próxima etapa o (a) senhor (a) irá responder a um questionário para o diagnóstico provável de bruxismo do sono. Sendo detectada a presença do bruxismo do sono, como terceira etapa, o desgaste dental será avaliado pelo pesquisador principal, usando-se jatos de ar e rolinhos de algodão.

Na quarta etapa o (a) senhor (a) será incluído aleatoriamente em um dos dois grupos de pesquisa, sendo que em um grupo será realizado o treinamento com neurofeedback e o outro realizará o treinamento com neurofeedback placebo. Nem o (a) senhor (a) nem o pesquisador que lhe avaliará ou realizará o treinamento saberão em qual grupo o (a) senhor (a) está incluído (a).

O (a) senhor (a) precisará comparecer ao Laboratório de Motricidade Orofacial da UFPE para realização de seis sessões, uma por semana, de treinamento com neurofeedback e mais uma semana para a reavaliação final, totalizando sete semanas.

Na primeira, quarta e sétima semana serão realizadas avaliações da atividade elétrica, força de mordida e espessura e o tônus do músculo masseter, como também a temperatura da pele e medidas de mobilidade mandibular.

A atividade elétrica será avaliada por um método indolor, previamente limpando-se sua testa com gaze limpa embebida em álcool 70%, que consiste na fixação de eletrodos adesivos na região do músculo masseter (bochecha) de cada lado da face. Caso o indivíduo seja do sexo masculino e tenha barba, será necessário que a retire para que os eletrodos sejam bem fixados. Nestas avaliações o (a) senhor (a) será solicitado (a) a colocar um rolete de algodão entre os dentes e realizar a mordida mais forte que conseguir. Após, será solicitado que o (a) senhor (a) realize a mastigação de um pedaço de pão, sendo uma mordida com sua mastigação habitual, uma mordida realizando mastigação apenas do lado direito e outra realizando a mastigação apenas do lado esquerdo. Após a finalização da avaliação da atividade elétrica, os eletrodos serão retirados da sua face de forma confortável.

O (a) senhor (a) também será solicitado (a) a morder com sua força máxima dois dispositivos que serão colocados bilateralmente sobre seus segundo molares, que visarão medir sua força máxima de mordida.

Além disso, será medida a mobilidade de sua mandíbula, por meio da sua abertura máxima de boca e da lateralização da mandíbula para a direita e para a esquerda. Essa medida será feita com paquímetro digital e expressa em milímetros. Também será utilizada a medição dos movimentos da sua mandíbula, durante a mastigação, por um equipamento que será colocado em sua cabeça, como um capacete, e um pequeno imã, que será fixado entre seus dentes centrais inferiores com fixador para dentaduras.

A temperatura da sua pele também será medida por um método indolor e não invasivo, onde será solicitado ao (à) senhor (a) que permaneça sentado (a) confortavelmente para que seja tirada uma fotografia frontal de seu rosto.

Também será avaliada a espessura e a dureza da sua bochecha com um aparelho de ultrassonografia e de verificação do tônus. Para a ultrassonografia, será utilizado um gel condutor necessário à utilização do aparelho, com a pele previamente limpa com gaze embebida em álcool 70%. Ambos são avaliações que não doem e nem são invasivas, e o (a) senhor (a) só precisará ficar sentado (a) confortavelmente enquanto as medidas são avaliadas.

Os treinamentos com neurofeedback serão realizados em sessões com duração de 30 minutos, utilizando-se um dispositivo instalado na cabeça com um sensor seco (que não precisa de gel condutor) na sua testa, o qual permitirá o monitoramento das frequências de onda do seu cérebro. É um método totalmente indolor e não invasivo. Sua pele da região da testa será limpa para quaisquer impurezas ou sujeiras e, caso o (a) senhor (a) tenha brinco ou cabelo na região da orelha, estes serão retirados para que se possa colocar o clip de orelha do dispositivo na região do lóbulo (região inferior da orelha na qual normalmente se fura para pôr

brinco). O dispositivo permite ajustes de seus componentes e todos serão confortavelmente ajustados à sua cabeça.

O risco de constrangimento ou desconforto durante a anamnese e coleta de dados, que serão individualmente realizadas, é sempre possível. Ademais, apesar de seguros, caso o indivíduo apresente incômodos pelo uso dos eletrodos adesivos, gel indutor ou álcool 70% para limpeza na face, como alergias às substâncias ou mal-estar, durante a sessão de treinamento com o dispositivo ligado ou neurofeedback placebo, o treinamento será suspenso e a queixa investigada. Caso sejam relatados, a equipe acolherá a queixa e cuidará para que os mesmos sejam minimizados.

A pesquisa poderá trazer benefícios diretos para os participantes, esperando-se que haja uma mudança na musculatura do masseter proporcionando um relaxamento muscular.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (entrevistas, questionários, arquivos de imagens e registros eletrônicos das avaliações), ficarão armazenados em pastas de arquivo em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador principal, no endereço Rua Pau Brasil, 310, Condomínio Bella Aldeia Village, Casa F02, Aldeia dos Camarás, Camaragibe-PE, CEP 54789-140, pelo período de mínimo 5 anos.

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

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

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo Eficácia do treinamento com neurofeedback no músculo masseter: ensaio clínico, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento.

Local e data _____, _____ de _____ de _____

Assinatura do participante: _____

Impressão digital (Opcional)

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

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

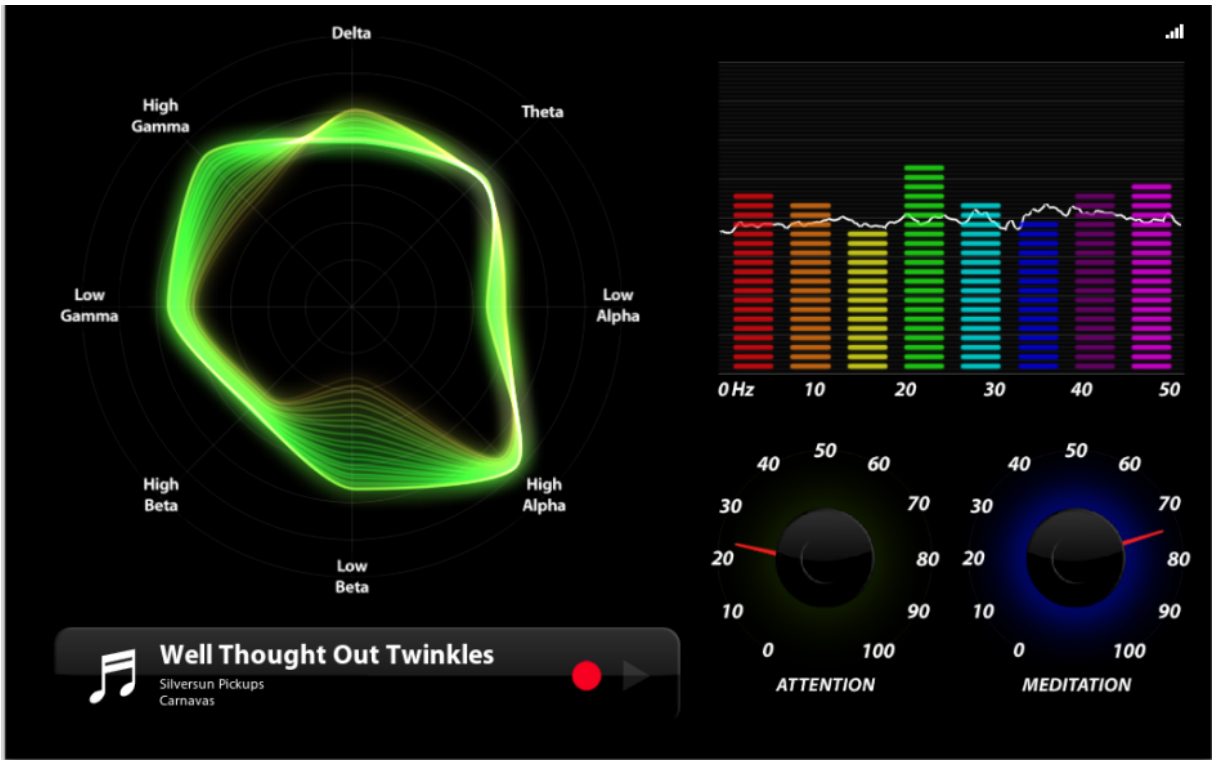
APÊNDICE B – OPERACIONALIZAÇÃO DOS *SOFTWARES BRAINWAVE VISUALIZER* E *THE ADVENTURES OF NEUROBOY*

BRAINWAVE VISUALIZER 2.0

O BWV é um aplicativo interativo e colorido, controlado pelo cérebro, que possibilita a reprodução de músicas do iTunes (Apple©) enquanto exibe uma representação gráfica da atividade cerebral. Ele inclui a visualização das ondas cerebrais, um gráfico de espectro de energia das ondas cerebrais e medidores de atenção e meditação eSense™. As formas na tela se transformam e mudam de cor de acordo com o estado de espírito do usuário. Como cada pessoa possui um perfil único de ondas cerebrais, as visualizações nunca serão iguais. O aplicativo utiliza feedback de cor mental, permitindo gravar e reproduzir as reações mentais após a audição de faixas musicais específicas (NEUROSKY, 2011).

Ao iniciar o visualizador, a primeira exibição da tela é a da Visão de Gráfico, que consiste na apresentação do Gráfico Dinâmico de Ondas Cerebrais (canto esquerdo superior), da Barra de Mídia do iTunes (canto esquerdo inferior), o Gráfico de Espectro de Potência das Ondas Cerebrais (canto direito superior) e os medidores de Atenção e Meditação eSense™ (canto esquerdo inferior) (Figura 21). Essa visualização oferece uma visão abrangente de todos os dados coletados pelo MWB2 (NEUROSKY, 2011). É possível clicar com o mouse sobre cada um desses componentes e obter um recurso de ajuda interativa, com descrições de cada componente.

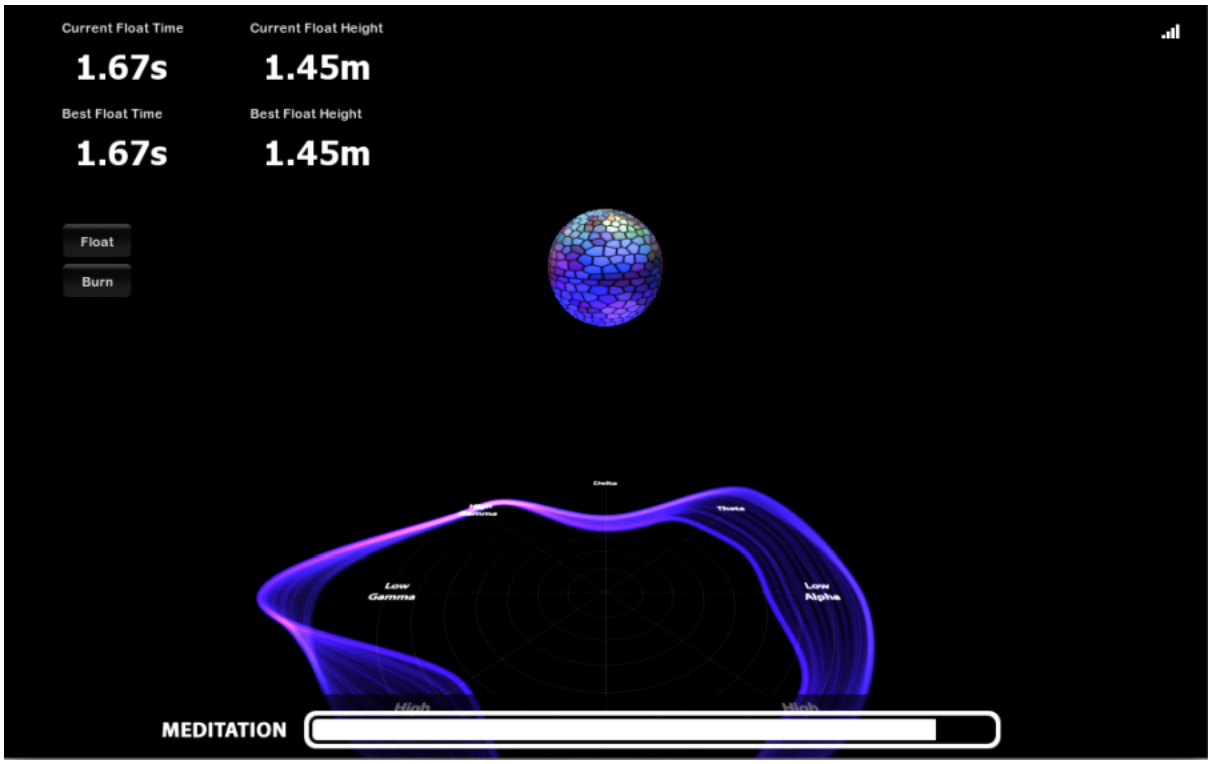
Figura 21 – Tela da Visão de Gráfico



Fonte: BrainWave Visualizer: Manual do usuário. Disponível em: https://store.neurosky.com/products/visualizer?_pos=1&_sid=c1ecc2222&_ss=r. Acesso em 20 de junho de 2023.

Além da Visão de Gráfico, o jogo exibe a Visualização de Jogo, a qual permite ao usuário a jogar dois jogos telecinéticos simples, que utilizam os valores do eSense™ do MWB2. Existem duas opções no jogo a partir da escolha do usuário, a de “flutuar” ou “queimar” objetos (Figura 22) (NEUROSKY, 2011).

Figura 22 – Tela da Visão de Jogo



Fonte: BrainWave Visualizer: Manual do usuário. Disponível em: https://store.neurosky.com/products/visualizer?_pos=1&_sid=c1ecc2222&_ss=r. Acesso em 20 de junho de 2023.

Durante o jogo de queima, um barril é aceso e sua queima é influenciada pelo nível de atenção eSense™ do indivíduo. Quanto mais atento estiver, mais rápido o barril queimará. No jogo de flutuação, o objetivo é fazer uma bola flutuar com base no nível de meditação eSense™. Quanto mais meditativo o usuário estiver, mais alta e por mais tempo a bola irá flutuar. As estatísticas de cada jogo são exibidas na área superior esquerda da tela, na visualização do jogo. Um medidor na parte inferior da tela mostra os níveis atuais do eSense™ (NEUROSKY, 2011).

Para a opção de gravação das ondas cerebrais, o visualizador opera da seguinte forma:

1. O MWB2 deve ser devidamente ajustado na cabeça conforme instruções do fabricante;
2. O iTunes e o BWV devem estar abertos no computador;
3. Uma música é selecionada e tocada inicialmente no iTunes;

4. O botão "record" ficará ativo na barra de mídia somente quando a música é reproduzida no iTunes. Ao clicar em gravar, a música volta ao início no iTunes e o BWV começará a gravar os dados. Há uma notificação de status que indica que a gravação está em adamento;
5. Ao iniciar a gravação, é possível observar em tempo real o comportamento das ondas cerebrais do indivíduo enquanto ouve a música, através dos dados exibidos na tela do aplicativo;
6. A gravação é automaticamente concluída quando a música termina e uma tela é exibida com um retângulo contendo a cor média mais vista durante a gravação (Figura 23);
7. Para identificar a onda mais vista, basta deslizar o mouse sobre o Gráfico de Espectro de Potência das Ondas Cerebrais na parte superior direita e comparar com a cor média registrada. Cada barra representa uma onda específica e possui uma cor associada.

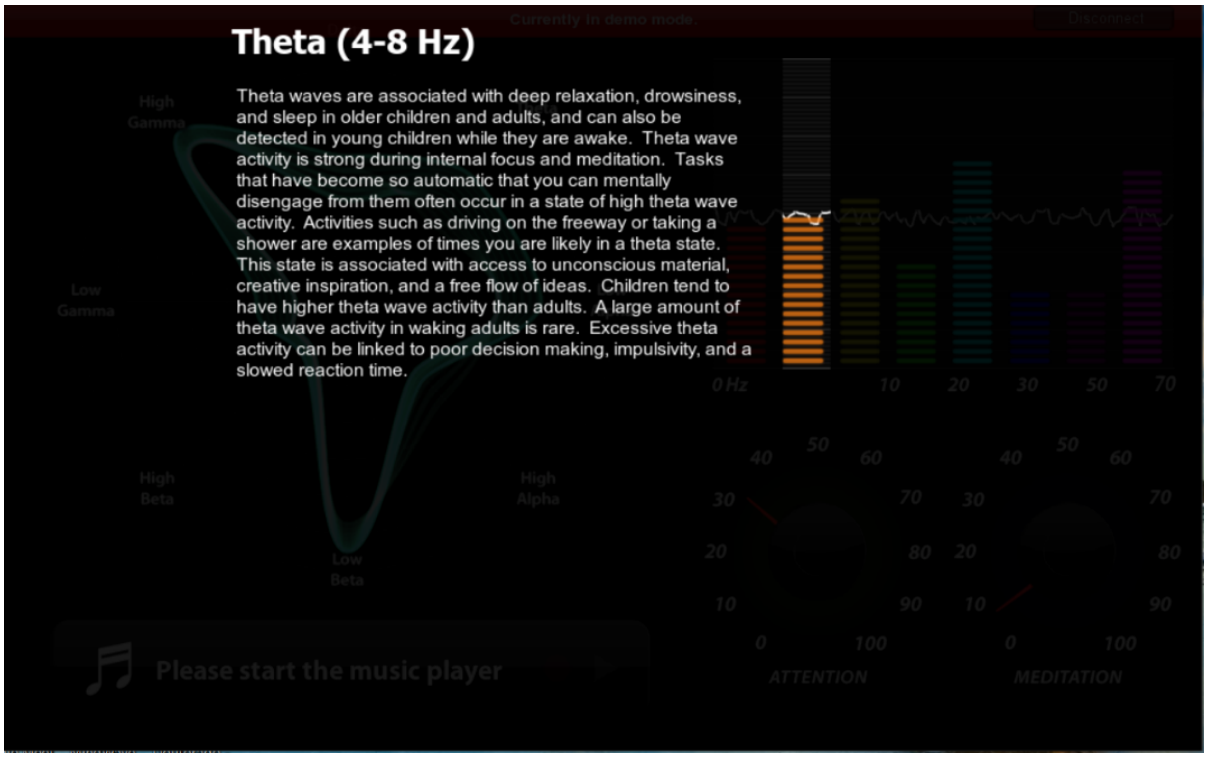
Figura 23 - Resultado do predomínio de ondas alfa baixas (representadas pela cor amarela)

Fonte: O Autor (2023).

No BWV, as frequências de ondas são codificadas por cores específicas (Figura 24):

- Laranja escuro para delta (0-4 Hz)
- Laranja claro para teta (4-8 Hz)
- Amarelo para alfa baixa (8-10 Hz)
- Verde para alfa alta (10-12 Hz)
- Azul claro para beta baixa (12-18 Hz)
- Azul escuro para beta alta (18-30 Hz)
- Roxo para gama baixa (30-50 Hz)
- Rosa para gama alta (50-70 Hz)

Figura 24 - Gráfico de Espectro de Potência das Ondas Cerebrais. Seleção da frequência de ondas teta, indicada pela cor laranja claro



Fonte: O Autor (2023).

Além da representação por cores, no aplicativo, o Gráfico de Espectro de Potência das Ondas Cerebrais fornece informações específicas para cada faixa de ondas, sendo (NEUROSKY, 2023a):

- Delta (0-4Hz) – Laranja escuro

As ondas delta são as ondas cerebrais mais lentas e estão associadas a um sono profundo e sem sonhos. A atividade das ondas delta é um ritmo dominante em

bebês e diminui ao longo da vida. Aos 75 anos, as ondas delta, bem como o estágio mais profundo do sono, podem estar totalmente ausentes. Naturalmente, diminuímos a atividade das ondas delta ao tentar focar. O aumento da atividade das ondas delta está relacionado à diminuição da consciência do mundo físico e das informações acessadas em nossa mente inconsciente. As interrupções na atividade das ondas delta são vistas em uma variedade de distúrbios, incluindo distúrbios do sono e distúrbios da atenção.

- Teta (4-8Hz) – Laranja claro

As ondas teta estão associadas a relaxamento profundo, sonolência e sono em crianças mais velhas e adultos, e também podem ser detectadas em crianças pequenas enquanto estão acordadas. A atividade das ondas teta é forte durante o foco interno e a meditação. As tarefas que se tornaram tão automáticas que você pode desengatar mentalmente geralmente ocorrem em um estado de alta atividade de ondas teta.

Atividades como dirigir na estrada ou tomar banho são exemplos de horários em que você provavelmente está no estado teta. Esse estado está associado ao acesso a material inconsciente, inspiração criativa e um fluxo livre de ideias. As crianças tendem a ter atividade de onda teta no adulto acordado é raro. A atividade teta excessiva pode estar ligada a uma má tomada de decisão, impulsividade e um tempo de reação mais lento.

- Alfa (8-12Hz)

As ondas alfa são o ritmo principal observado em adultos relaxados e normais. Eles estão associados ao relaxamento vigilante, que é um estado de relaxamento e consciência sem atenção ou concentração. A atividade das ondas alfa em faixas normais está associada a bom humor e uma sensação de calma. As ondas alfa também estão associadas ao aumento da autoconsciência.

Treinar-se para permanecer no estado de onda alfa pode ser útil no treinamento de meditação e no alívio diário do estresse. Também beneficia o aprendizado de novas informações e a execução de tarefas elaboradas. A atividade das ondas alfa pode ser aumentada fechando os olhos e respirando profundamente, e pode ser reduzida por sons desconhecidos, ansiedade, concentração ou atenção mental, sonolência ou sono e pela abertura dos olhos.

Ondas alfa baixas (8-10 Hz) – Amarelo

Estão associadas ao relaxamento e desengajamento. Você também está associado ao aprendizado de novas informações através da memorização, mas sem compreensão.

Ondas Alfa altas (10-12 Hz) – Verde

São associadas a um corpo calmo e a uma mente alerta e focada, antes do engajamento em uma determinada atividade. eles também estão associados ao aumento do foco, conscientização e estabilidade mental.

- Beta (12-30 Hz)

A atividade das ondas beta é o ritmo normal do cérebro associado ao pensamento ativo, atenção ativa e foco no mundo exterior. A atividade das ondas beta é forte quando a mente está ativamente envolvida em atividades mentais, como resolução de problemas analíticos, julgamento e tomada de decisão. As ondas beta também são emitidas quando se sente agitado, tenso ou com medo.

Ondas Beta baixas (12-18 Hz) – Azul claro

Estão associadas ao pensamento e à concentração ativos e focados, e a um estado mental relaxado fisicamente, mas mentalmente alerta. Ondas beta baixas estão frequentemente envolvidas no treinamento de desempenho máximo de atletas profissionais. eles também estão associados à execução de tarefas mentais como leitura, matemática e resolução de problemas.

Ondas beta altas (18-30 Hz) – Azul escuro

Estão associadas a agilidade e atenção. Uma onda de alto nível pode ser adquirida quando a pessoa está em pânico. eles também estão associados à ansiedade, ao pensamento excessivo e até a comportamentos obsessivos e compulsivos.

- Gama (30-70 Hz)

As ondas gama estão envolvidas na consolidação de informações do processamento cognitivo e na percepção repentina. Altas quantidades de atividade de ondas gama estão associadas à inteligência, compaixão e autocontrole. Também foi

encontrada uma correlação entre ondas gama e estados mentais transcendentes. Atividade gama de nível superior tem sido observada nos monges budistas tibetanos antes e durante a meditação.

Ondas gama baixas (30-50 Hz) – Roxo

Estão ligadas ao aprendizado e à acuidade mental. A atividade bem regulada e eficiente das ondas gama em 40 Hz está associada a uma boa memória e a uma solução eficiente de problemas em adultos e crianças.

Ondas gama altas (50-70 Hz) – Rosa

Estão associadas a tarefas cognitivas, como audição, leitura e fala. A diminuição da atividade das ondas gama pode estar associada ao declínio cognitivo.

THE ADVENTURES OF NEUROBOY

As Aventuras do Neuroboy, tradução em português, é um jogo no qual o usuário pode usar seus "poderes telecinéticos" para empurrar, puxar, levitar ou queimar objetos. Cada objeto no jogo possui um peso diferente, permitindo ao usuário aprimorar seus "músculos mentais" ao selecionar objetos mais pesados (NEUROSKY, 2023b).

Na tela inicial do jogo, os usuários têm duas opções: "Treinamento" para se familiarizar com os comandos e "Entrar na Arena" para realizar o treinamento de NFB em dois estados mentais: concentração (atenção) e meditação (relaxamento) (Figura 6). As opções de empurrar, puxar e queimar estão relacionadas à atenção, enquanto a habilidade de levitar está relacionada ao relaxamento. Com isso, o jogo oferece treinamentos de NFB para esses dois estados mentais, permitindo ao usuário selecionar diversos objetos na arena do jogo e escolher diferentes graus de "dificuldade" para alcançar os objetivos propostos.

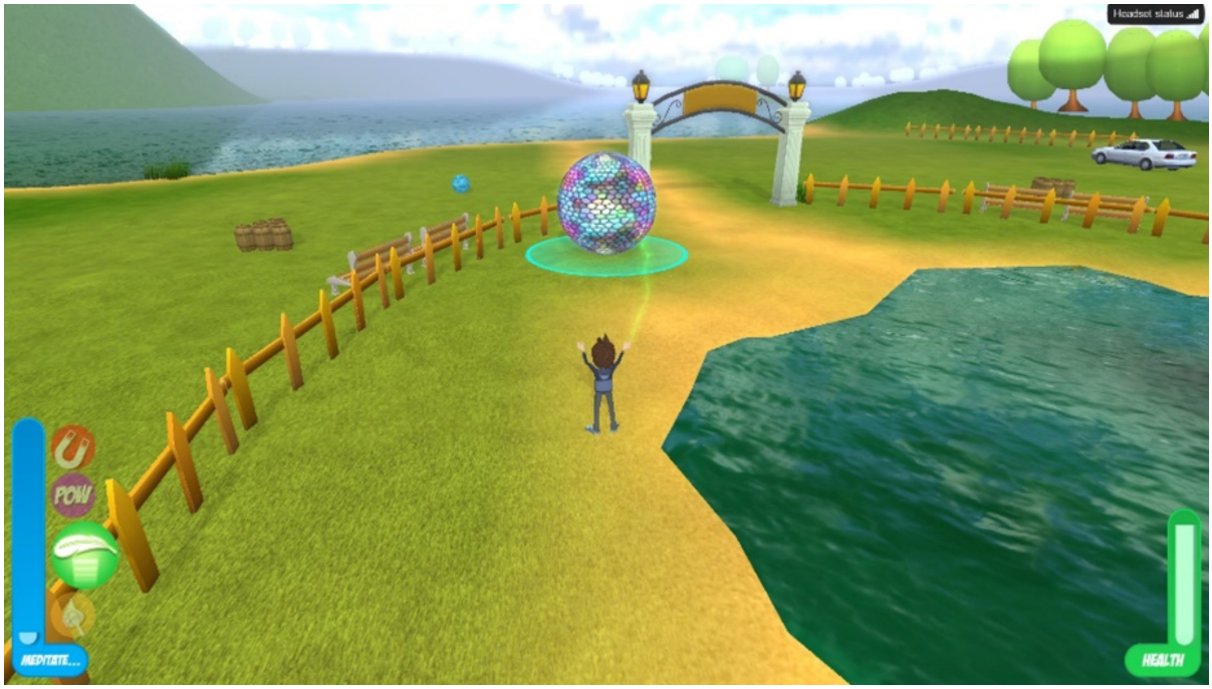
Na arena do jogo, no canto esquerdo da tela, estão os comandos para os poderes telecinéticos do NeuroBoy, acompanhados por uma barra de nível de atenção/meditação do usuário. No canto direito, é possível visualizar a barra de nível de saúde do avatar, a qual pode diminuir caso objetos colidam com o NeuroBoy (Figura 25).

O NFB oferecido pelo jogo é de natureza visual, permitindo ao usuário observar seus níveis de concentração ou meditação por meio da barra à esquerda, além de visualizar os poderes telecinéticos no jogo ao selecionar os objetos. É fundamental compreender que os poderes telecinéticos refletem o estado mental do usuário, sendo necessário que ele esteja consciente de si mesmo. Assim, a ação de levitação, por exemplo, ocorrerá quando o usuário atingir os níveis mentais proposto, e não o contrário (Figuras 26A e B).

Figura 25 – Arena do NeuroBoy

Fonte: O Autor (2023).

Figuras 26A e B – Levitação de uma bola na arena do NeuroBoy. Quando as frequências de onda envolvidas no relaxamento chegam a níveis elevados, é possível levitar o objeto.



(A)

(B)

Fonte: O Autor (2023).

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UFPE - UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - CAMPUS RECIFE - UFPE/RECIFE

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFICÁCIA DO TREINAMENTO COM NEUROFEEDBACK NO MÚSCULO MASSETER: ENSAIO CLÍNICO.

Pesquisador: JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES NEGREIROS

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 25924219.0.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.828.891

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto apresentado ao de Programa de Pós- Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, com a finalidade de ser a tese de doutorado em Odontologia, com área de concentração em Clínica Integrada do cirurgião-dentista Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros, que está sob a orientação do Prof. Dr. Hilton Justino da Silva. Este estudo buscará avaliar se o treinamento com neurofeedback promoverá técnicas para o relaxamento do músculo masseter em indivíduos adultos com bruxismo do sono, utilizando como método de avaliação a mensuração da atividade elétrica, a força de mordida, as medidas de mobilidade mandibular e a temperatura da pele. O estudo será do tipo intervenção, analítico, longitudinal, duplo-cego, randomizado. Serão avaliados 38 pessoas, com a faixa etária entre 25 a 44 anos, no Laboratório de Motricidade Orofacial no Departamento de Fonoaudiologia da UFPE.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral: Analisar o efeito do treinamento com neurofeedback na morfofisiologia do músculo masseter em indivíduos entre 25 a 44 anos com bruxismo do sono.

Objetivos Específicos:

•Descrever a amplitude de abertura e lateralização da mandíbula, antes e após o treinamento com neurofeedback;
•Descrever a força de mordida, antes e após o treinamento com neurofeedback;
•Descrever a temperatura em topografia do músculo masseter durante o repouso, a máxima intercuspidação e a mastigação, antes e após o treinamento com neurofeedback;
•Descrever a percentagem da atividade elétrica muscular do masseter durante o repouso, a máxima intercuspidação e a mastigação, antes e após o treinamento com neurofeedback;
•Descrever a espessura do músculo masseter antes e após o treinamento com neurofeedback;
•Descrever a medida de tônus, da flacidez e rigidez do músculo masseter antes e após o treinamento com neurofeedback;
•Comparar os valores de amplitude de abertura, fechamento, protrusão, retrusão, lateralidade e abertura máxima da mandíbula, de força de mordida, de temperatura e os valores de atividade elétrica dos músculos masseteres antes e após o treinamento com neurofeedback, e entre os grupos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:
O pesquisador relata que o risco de constrangimento ou desconforto durante a anamnese e coleta de dados, serão individualmente realizadas. Que caso o indivíduo apresente incômodos pelo uso dos eletrodos adesivos, gel indutor ou álcool 70% para limpeza na
face, como alergias às substâncias ou mal-estar, durante a sessão de treinamento com o dispositivo ligado ou neurofeedback placebo, o treinamento será suspenso e a queixa investigada. Caso sejam relatados, a equipe acolherá a queixa e cuidará para que os mesmos sejam minimizados.
Benefícios:Por se tratar de indivíduos com bruxismo do sono, a pesquisa poderá trazer benefícios diretos para os participantes, esperando-se que haja mudança na morfofisiologia do músculo do masseter, que se expressará por meio da atividade elétrica muscular e das medidas de mobilidade mandibular. Além disso, ao se constatar cientificamente o efeito positivo do treinamento com neurofeedback na performance do músculo masseter, o presente estudo subsidiará a prática clínica odontológica, proporcionando uma prática baseada em evidências.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:
O estudo será do tipo intervenção, analítico, longitudinal, duplo-cego, randomizado. Os indivíduos serão randomizados em dois grupos e serão realizadas 6 sessões de Treinamento com Neurofeedback, sendo uma por semana. No grupo G1 será realizado o treinamento com o

dispositivo de neurofeedback em bruxômanos noturnos (30 min/sessão) e uso de software computacional; no G2 será realizado treinamento com o dispositivo de neurofeedback em bruxômanos noturnos, durante o mesmo tempo que G1, entretanto, com o software em modo simulado. A avaliação e reavaliação serão realizadas por meio da eletromiografia de superfície, medidas de mobilidade mandibular, força de mordida, da termografia médica, ultrassonografia e medida de tônus. A alocação dos pacientes nos grupos será realizada utilizando-se análise combinatória por arranjo de repetição
com a utilização do Excel. Envelopes opacos e selados serão utilizados para garantir a confidencialidade da alocação.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador responsável anexou os seguintes documentos:

1- Folha de rosto devidamente assinada e carimbada pelo Departamento do pesquisador Responsável.
2- Temo de compromisso e confidencialidade;
3- Carta de anuência para utilização do Laboratório de Motricidade Orofacial;
4- TCLE em linguagem acessível aos participantes;
5- Curriculum dos Pesquisadores;
6- Projeto de pesquisa formato world;
7- Cronograma e orçamento adequados;
8- Declaração de vínculo com a Pós-graduação.

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto de pesquisa está em conformidade com a Resolução nº 466/12, e a coleta dos dados poderá ser iniciada.

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1445453.pdf	06/02/2020 17:03:27		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Brochura_Investigador_Jhony_Negreiros_pos_CEP.docx	06/02/2020 17:02:08	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Carta_Resposta.docx	06/02/2020 16:56:32	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_consentimento_pos_CEP.docx	06/02/2020 16:55:42	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES NEGREIROS	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Jhony_Negreiros.pdf	21/11/2019 10:15:01	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Curriculo_Daniele_Andrade.pdf	14/11/2019 14:11:08	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Declaração de	Declaracao_UFPE.pdf	02/11/2019	JHONY HERICK	Aceito

Instituição e Infraestrutura	Declaracao_UFPE.pdf	10:25:52	CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Termo_compromisso_confidencialidade.pdf	02/11/2019 10:25:27	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Carta_anuencia.pdf	02/11/2019 10:03:40	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Curriculo_Jhony_Negreiros.pdf	01/11/2019 12:07:52	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Curriculo_Alana_Dantas.pdf	01/11/2019 12:05:28	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Curriculo_Hilton_Justino.pdf	01/11/2019 11:49:38	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Instrumento_avaliacao_bruxismo_sono.pdf	01/11/2019 11:34:46	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito
Outros	Avaliacao_desgaste_dental.pdf	01/11/2019 11:33:35	JHONY HERICK CAVALCANTI NUNES	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RECIFE, 10 de Fevereiro de 2020

Assinado por:
Gisele Cristina Sena da Silva Pinho
(Coordenador(a))

ANEXO B – NORMAS DA REVISTA *JOURNAL OF ORAL REHABILITATION*

Diretrizes do autor

1. SUBMISSÃO

Os autores devem gentilmente observar que a submissão implica que o conteúdo não foi publicado ou submetido para publicação em outro lugar, exceto como um breve resumo nos procedimentos de uma reunião científica ou simpósio.

Novas submissões devem ser feitas através do portal de submissões do Research Exchange **http://submission.wiley.com/journal/joor** . Caso seu manuscrito prossiga para a fase de revisão, você será direcionado para fazer suas revisões através do mesmo portal de submissão. Você pode verificar o status do seu envio a qualquer momento acessando **submit.wiley.com** e clicando no botão "Meus envios". Para obter ajuda técnica com o sistema de envio, consulte nossas Perguntas frequentes ou entre em contato com **submithelp@wiley.com** .

Proteção de dados
Ao enviar um manuscrito ou revisar para esta publicação, seu nome, endereço de e-mail e afiliação e outros detalhes de contato que a publicação possa exigir serão usados para as operações regulares da publicação, incluindo, quando necessário, compartilhamento com o editor (Wiley) e parceiros para produção e publicação. A publicação e o editor reconhecem a importância de proteger as informações pessoais coletadas dos usuários na operação desses serviços e adotam práticas para garantir que sejam tomadas medidas para manter a segurança, integridade e privacidade dos dados pessoais coletados e processados. Você pode saber mais em **https://authorservices.wiley.com/statements/data-protection-policy.html** .

Política de pré-impressão
Encontre aqui a política de pré-impressão da Wiley .
Esta revista aceita artigos previamente publicados em servidores de preprints.
O Journal of Oral Rehabilitation considerará para revisão artigos previamente disponíveis como preprints. Os autores também podem postar a versão enviada de um manuscrito em um servidor de pré-impressão a qualquer momento. Solicita-se aos autores que atualizem todas as versões de pré-publicação com um link para o artigo final publicado.

Para obter ajuda com envios, entre em contato: **jooredoffice@wiley.com**

2. OBJETIVOS E ESCOPO

Journal of Oral Rehabilitation é uma revista internacional para aqueles que atuam na pesquisa, ensino e prática em reabilitação oral e se esforça para refletir o melhor da odontologia clínica baseada em evidências. O conteúdo da revista também reflete a documentação dos possíveis efeitos colaterais da reabilitação e inclui perspectivas de prognóstico das modalidades de tratamento.
O Journal of Oral Rehabilitation pretende ser o jornal de pesquisa odontológica de maior prestígio em todos os aspectos da reabilitação oral e fisiologia oral

aplicada. Abrange todos os aspectos diagnósticos e de manejo clínico necessários para restabelecer uma função oral harmoniosa subjetiva e objetiva.
O foco da revista é apresentar resultados de pesquisas originais; gerar revisões críticas e histórias de casos relevantes e estimular comentários e debates profissionais em Cartas ao Editor. Convidaremos os interesses comerciais relevantes a se envolverem na revista, a fim de torná-la o fórum internacional de debate entre a clínica odontológica, as ciências clínicas odontológicas e a indústria, que compartilham um objetivo comum: melhorar a qualidade da reabilitação oral.
Gostaríamos particularmente de encorajar o relato de ensaios clínicos randomizados.
Palavras-chave: doença dentária, saúde dentária, materiais dentários, gerodontologia, saúde oral, medicina oral, fisiologia oral, próteses orais, reabilitação oral, dentística restauradora, DTM.

3. CATEGORIAS E REQUISITOS DO MANUSCRITO

eu. Pesquisa original
Artigos originais que descrevem casos requerem consentimento dos pais/pacientes. Para estudos de coorte, faça o upload de uma cópia da sua aprovação do IRB.
Limite de palavras: Introdução máx. 500 palavras; máximo de discussão 1500 palavras; sem limitações de palavras Materiais e Métodos
Resumo: máximo de 250 palavras; deve ser estruturado sob os subtítulos: Antecedentes, Objetivo(s), Métodos (incluir desenho, cenário, assunto e principais medidas de resultado, conforme apropriado), Resultados, Conclusão.
Referências: Máximo de 50 referências.
Figuras/Tabelas: Total de até 6 figuras e tabelas.

ii. Avaliações
Resumo estruturado dando informações sobre os métodos de seleção das publicações citadas.
Limite de palavras: máximo de 7.500 palavras e 50 referências.
Figuras/Tabelas: Total de até 6 figuras e tabelas.

iii. Relatos de Caso
Somente relatórios excepcionais que tenham mensagens importantes de educação ou segurança serão considerados. Nossa taxa de rejeição atual é de 90%. Conclua com 3 pontos de aprendizado para nossos leitores. Todos os relatos de caso requerem o consentimento dos pais/pacientes para publicação.
Limite de palavras: máximo de 2.000 palavras, excluindo referências.
Referências: Máximo de 5 referências.
Figuras/Tabelas: Total de no máximo 1 figura ou tabela.
Trabalhamos em conjunto com a revista Wiley's Open Access, *Clinical Case Reports* , para permitir a publicação rápida de relatos de casos de boa qualidade que não podemos aceitar para publicação em nossa revista. Os autores de relatos de caso rejeitados por nossa revista terão a opção de ter seu relato de caso, juntamente com quaisquer revisões por pares relacionadas, automaticamente transferidos para consideração pela equipe editorial de *Relatos de Casos Clínicos* . Os autores não precisarão reformatar ou reescrever seu manuscrito nesta fase, e as decisões de publicação serão tomadas logo após a transferência. *Os Relatórios de Casos Clínicos* considerarão relatos de casos de todas as disciplinas clínicas e

podem incluir imagens clínicas ou vídeos clínicos. *Relatos de Casos Clínicos*é uma revista de acesso aberto, e taxas de publicação de artigos se aplicam. Para obter mais informações, acesse **www.clinicalcasesjournal.com** .

4. Correspondência
Cartas ao editor são encorajadas, especialmente se comentarem, questionarem ou criticarem artigos originais que tenham sido publicados na revista. Cartas que descrevem casos requerem consentimento dos pais/pacientes para publicação.
Limite de palavras: máximo de 1.500 palavras, excluindo referências.
Referências: Máximo de 5 referências.
Figuras/Tabelas: Total de no máximo 1 figura ou tabela.

4. PREPARAÇÃO DA SUBMISSÃO

Todas as submissões ao Journal of Oral Rehabilitation devem estar em conformidade com os requisitos uniformes para manuscritos submetidos a revistas biomédicas, elaborados pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE), consulte **http://www.icmje.org/** .

Partes do Manuscrito
O manuscrito deve ser submetido em arquivos separados: arquivo de texto principal; figuras. O arquivo principal do manuscrito pode ser submetido em formato Microsoft Word (.doc ou .docx) ou LaTex (.tex).

Se enviar seu arquivo de manuscrito em formato LaTex via Research Exchange, selecione a designação de arquivo “Main Document – LaTeX .tex File” no upload. Ao enviar um documento principal do Latex, você também deve fornecer uma versão em PDF do manuscrito para revisão por pares. Carregue este arquivo como “Main Document - LaTeX PDF”. Todos os arquivos de suporte mencionados no Documento principal do Latex devem ser carregados como um “Arquivo suplementar do LaTeX”.

Arquivo de Texto Principal
O arquivo de texto deve ser apresentado na seguinte ordem:
eu. Um título informativo curto que contém as principais palavras-chave. O título não deve conter abreviações (consulte **as dicas de práticas recomendadas de SEO** de Wiley);
ii. Um título curto com menos de 40 caracteres;
iii. Os nomes completos dos autores com filiação institucional onde o trabalho foi realizado, com nota de rodapé para o endereço atual do autor, se diferente de onde o trabalho foi realizado;
4. Agradecimentos;
v. Resumo (estruturado);
vi. Palavras-chave;
vii. Texto principal;
viii. Referências;
ix. Tabelas (cada tabela completa com título e notas de rodapé);
x. Legendas de figuras; deve ser adicionado abaixo de cada imagem individual durante o upload E como uma lista completa no texto;
XI. Apêndices (se relevante).
Figuras e informações de apoio devem ser fornecidas como arquivos separados.

Autoria
Consulte a política de autoria da revista na seção **Políticas Editoriais e Considerações Éticas** para obter detalhes sobre a elegibilidade para a listagem de autores.

Agradecimentos
Contribuições de qualquer pessoa que não atenda aos critérios de autoria devem ser listadas, com permissão do colaborador, em uma seção de Agradecimentos. O apoio financeiro e material também deve ser mencionado. Agradecimentos a revisores anônimos não são apropriados.

Declaração de conflito de interesse
Os autores serão solicitados a fornecer uma declaração de conflito de interesses durante o processo de submissão. Para obter detalhes sobre o que incluir nesta seção, consulte a seção 'Conflito de interesses' na seção **Políticas editoriais e considerações éticas** abaixo. Os autores que enviarem devem garantir que eles entrem em contato com todos os coautores para confirmar a concordância com a declaração final.

Abstrato
Resumos ou resumos estruturados são necessários para alguns tipos de manuscritos. Para obter detalhes sobre os tipos de manuscritos que exigem resumos, consulte a seção 'Tipos e critérios de manuscritos'.

Palavras-chave
Forneça seis palavras-chave. As palavras-chave devem ser retiradas daquelas recomendadas pela lista de navegadores Medical Subject Headings (MeSH) da Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA em **www.nlm.nih.gov/mesh** .

Texto principal
O corpo principal deve conter seções sobre antecedentes, métodos, resultados e conclusões, com o título apropriado.

Referências
Todas as referências devem ser numeradas consecutivamente por ordem de aparecimento e devem ser o mais completas possível. Nas citações de texto devem citar referências em ordem consecutiva usando algarismos arábicos sobrescritos. Para obter mais informações sobre o estilo de referência da AMA, consulte o **Manual de estilo da AMA**
Exemplos de referências a seguir:

Artigo de jornal
1. King VM, Armstrong DM, Apps R, Trott JR. Aspectos numéricos das projeções pontina, reticular lateral e olivar inferior para duas zonas corticais paravermais do cerebelo do gato. J Comp Neurol 1998;390:537-551.

Livro
2. Voet D, Voet JG. Bioquímica. Nova York: John Wiley & Sons; 1990. 1223 p.
Documento da Internet

3. American Cancer Society. Cancer Facts & Figures 2003. http://www.cancer.org/downloads/STT/CAFF2003PWSecured.pdf Acessado em 3 de março de 2003

Tabelas
As tabelas devem ser independentes e complementar, não duplicar, as informações contidas no texto. Eles devem ser fornecidos como arquivos editáveis, não colados como imagens. As legendas devem ser concisas, mas abrangentes – a tabela, a legenda e as notas de rodapé devem ser compreensíveis sem referência ao texto. Todas as abreviações devem ser definidas em notas de rodapé. Símbolos de notas de rodapé: †, ‡, §, ¶, devem ser usados (nessa ordem) e *, **, *** devem ser reservados para valores-P. Medidas estatísticas como SD ou SEM devem ser identificadas nos títulos.

Legendas das Figuras
As legendas devem ser concisas, mas abrangentes – a figura e sua legenda devem ser compreensíveis sem referência ao texto. Incluir definições de quaisquer símbolos usados e definir/explicar todas as abreviações e unidades de medida.

Figuras
Embora os autores sejam incentivados a enviar as figuras da mais alta qualidade possível, para fins de revisão por pares, uma ampla variedade de formatos, tamanhos e resoluções são aceitos. **Clique aqui** para obter os requisitos básicos de figuras enviadas com manuscritos para revisão inicial por pares, bem como os requisitos de figuras pós-aceitação mais detalhados.
As figuras devem ser carregadas adicionalmente como arquivos gráficos individuais. Por favor, não incorpore figuras. OBSERVE que nosso sistema de envio não aceita arquivos RAR. O espaço na versão impressa é limitado. Considere se alguma de suas figuras (ou tabelas) pode aparecer apenas online. Figuras e tabelas adicionais podem ser disponibilizadas na versão web da revista – consulte a seção Informações de suporte abaixo.
As figuras devem ser numeradas na ordem em que são citadas no texto, e apresentadas nessa ordem após o texto do artigo

As figuras enviadas em cores podem ser reproduzidas em cores on-line gratuitamente. Observe, no entanto, que é preferível que as figuras de linha (por exemplo, gráficos e tabelas) sejam fornecidas em preto e branco para que sejam legíveis se impressas por um leitor em preto e branco. Se um autor preferir que as figuras sejam impressas em cores nas cópias impressas da revista, uma taxa será cobrada pela Editora.

Citação de dados
Revise a política de citação de dados da Wiley aqui .

Arquivos Adicionais

Apêndices
Os apêndices serão publicados após as referências. Para submissão, devem ser fornecidos como arquivos separados, mas referidos no texto.

Índice gráfico

O sumário da revista será apresentado em forma gráfica com um breve resumo. A entrada do índice deve incluir o título do artigo, os nomes dos autores (com o autor correspondente indicado por um asterisco), não mais que 80 palavras ou 3 frases de texto resumindo as principais descobertas apresentadas no artigo e uma figura que melhor represente o escopo do artigo (consulte a seção sobre redação de resumos para obter mais orientações). As entradas do índice devem ser enviadas ao Scholar One em um dos formatos de arquivo genérico e carregadas como 'Material suplementar para revisão' durante o processo inicial de envio do manuscrito. A imagem fornecida deve caber nas dimensões de 50 mm x 60 mm e ser totalmente legível neste tamanho.

Informações de Apoio

Informações de apoio são informações que não são essenciais para o artigo, mas fornecem maior profundidade e histórico. Ele é hospedado online e aparece sem edição ou composição tipográfica. Pode incluir tabelas, figuras, vídeos, conjuntos de dados, etc.

Clique aqui para as perguntas frequentes da Wiley sobre informações de suporte.

Todo o material a ser considerado como dados suplementares deve ser carregado como tal com o manuscrito para revisão por pares. Não pode ser alterado ou substituído após o artigo ter sido aceito para publicação. Por favor, indique claramente o material pretendido como Dados Suplementares no momento da submissão. Assegure-se também de que os Dados Suplementares sejam mencionados no manuscrito principal. Rotule essas figuras/tabelas suplementares como S1, S2, S3, etc.

Observação: se dados, scripts ou outros artefatos usados para gerar as análises apresentadas no artigo estiverem disponíveis por meio de um repositório de dados disponível publicamente, os autores devem incluir uma referência à localização do material em seu artigo.

Pontos gerais de estilo

Os pontos a seguir fornecem conselhos gerais sobre formatação e estilo.

• **Abreviações:** Em geral, os termos não devem ser abreviados, a menos que sejam usados repetidamente e a abreviação seja útil para o leitor. Inicialmente, use a palavra por extenso, seguida da abreviatura entre parênteses. Depois disso, use apenas a abreviatura.

• **Unidades de medida:** As medidas devem ser dadas em unidades SI ou derivadas do SI. Visite o **site do Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)** para obter mais informações sobre as unidades do SI.

• **Números:** os números abaixo de 10 são escritos por extenso, exceto: medidas com unidade (8mmol/l); idade (6 semanas) ou listas com outros números (11 cachorros, 9 gatos, 4 gerbils).

• **Nomes Comerciais:**As substâncias químicas devem ser referidas apenas pelo nome genérico. Nomes comerciais não devem ser usados. Os medicamentos devem ser referidos por seus nomes genéricos. Se medicamentos patenteados foram usados no estudo, refira-se a eles pelo nome genérico, mencionando o nome patenteado e o nome e localização do fabricante entre parênteses.

Recursos do Autor Wiley

Dicas para preparação de manuscritos: Wiley tem uma variedade de recursos para autores que preparam manuscritos para envio disponíveis **aqui** . Em particular, os autores podem se beneficiar ao consultar as dicas de práticas recomendadas de Wiley sobre **redação para otimização de mecanismos de pesquisa.**

Suporte para preparação de artigos: **Wiley Editing Services** oferece ajuda especializada com edição em inglês, bem como tradução, formatação de manuscrito, ilustração de figura, formatação de figura e design gráfico de resumo - para que você possa enviar seu manuscrito com confiança.
Além disso, confira nossos recursos para **Preparar seu artigo** para obter orientações gerais sobre como escrever e preparar seu manuscrito.

Diretrizes para submissões de capa: Se você gostaria de enviar sugestões de artes relacionadas ao seu manuscrito para serem consideradas na capa da revista, siga estas **diretrizes gerais** .

5. POLÍTICAS EDITORIAIS E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Revisão por pares e aceitação

Os critérios de aceitação para todos os artigos são a qualidade e originalidade da pesquisa e sua importância para os leitores da revista. Os manuscritos são revisados por pares usando um único processo de revisão por pares anônimo ou transparente, dependendo da escolha do autor. Os revisores interagem com os editores, mas se os autores escolherem uma única revisão anônima por pares, nenhuma informação de revisão será publicada. Se os autores escolherem a revisão por pares transparente, as informações do relatório de revisão serão publicadas, incluindo as comunicações do autor/editor. As identidades dos revisores são publicadas se os revisores aceitarem. Os manuscritos só serão enviados para revisão se o Editor-Chefe determinar que o artigo atende aos requisitos apropriados de qualidade e relevância. Os artigos apropriados são enviados a pelo menos dois árbitros independentes para avaliação. Os autores são incentivados a sugerir revisores de nível internacional. Os árbitros aconselham sobre a originalidade e o mérito científico do artigo; o Editor-chefe e o conselho editorial decidem sobre a publicação. A decisão do Editor-Chefe é final.
A política da Wiley sobre a confidencialidade do processo de revisão está **disponível aqui.**

Revisão por Pares Transparente

Esta revista está participando de um piloto sobre a Transparência da Revisão por Pares. Ao enviar para esta revista, os autores concordam que os relatórios do revisor, suas respostas e a carta de decisão do editor serão vinculados do artigo publicado para onde eles aparecem no **Publons** no caso de o artigo ser aceito. Os autores têm a oportunidade de optar por não participar durante a submissão e os revisores podem permanecer anônimos, a menos que queiram assinar seu relatório.

Apelações

A decisão sobre um documento é final e não pode ser apelada.

Estudos humanos e assuntos

Para manuscritos relatando estudos médicos que envolvem participantes humanos, é necessária uma declaração identificando o comitê de ética que aprovou o estudo e a confirmação de que o estudo está em conformidade com os padrões reconhecidos, por exemplo: Declaração **de Helsinque** ; **Política Federal dos EUA para a Proteção de Seres Humanos** ; ou **Diretrizes da Agência Européia de Medicamentos para Boas Práticas Clínicas** . Também deve indicar claramente no texto que todas as pessoas deram seu consentimento informado antes de sua inclusão no estudo.
O anonimato do paciente deve ser preservado. As fotografias precisam ser cortadas o suficiente para evitar que seres humanos sejam reconhecidos (ou uma barra de olho deve ser usada). As imagens e informações de participantes individuais só serão publicadas quando os autores tiverem obtido o consentimento livre e informado prévio do indivíduo. Os autores não precisam fornecer uma cópia do formulário de consentimento ao editor; no entanto, ao assinar a licença do autor para publicar, os autores devem confirmar que o consentimento foi obtido. Wiley tem um **formulário de consentimento do paciente padrão** disponível para uso.
O consentimento para publicação é necessário para estudos envolvendo seres humanos – TODOS os relatos de casos, cartas que descrevem casos e alguns artigos originais. Estudos de coorte são isentos; em vez disso, deve ser fornecida evidência da aprovação do IRB (nome do IRB, data de aprovação e código de aprovação/número de referência).

Estudos com animais
Uma declaração indicando que o protocolo e os procedimentos empregados foram revisados e aprovados eticamente, bem como o nome do órgão que deu a aprovação, deve ser incluída na seção Métodos do manuscrito. Os autores são incentivados a aderir aos padrões de relatórios de pesquisas com animais, por exemplo, as **diretrizes ARRIVE** para relatórios de projeto de estudo e análise estatística; Procedimentos experimentais; animais experimentais e alojamento e criação. Os autores também devem declarar se os experimentos foram realizados de acordo com as diretrizes institucionais e nacionais relevantes para o cuidado e uso de animais de laboratório:
• Os autores dos EUA devem citar a conformidade com o **Guia do Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA para o Cuidado e Uso de Animais de Laboratório** , a **Política do Serviço de Saúde Pública dos EUA sobre Cuidado e Uso Humanitário de Animais de Laboratório** e **Guia para o Cuidado e Uso de Animais de Laboratório** .
• Os autores do Reino Unido devem estar em conformidade com a legislação do Reino Unido sob os **regulamentos de alteração de 1986 da Lei de Animais (Procedimentos Científicos) (SI 2012/3039).**
• Os autores europeus fora do Reino Unido devem estar em conformidade com **a Diretiva 2010/63/EU.**

Registro de Ensaio Clínico
A revista exige que os ensaios clínicos sejam registrados prospectivamente em um banco de dados acessível ao público e os números de registro dos ensaios clínicos devem ser incluídos em todos os artigos que relatam seus resultados. Solicita-se aos autores que incluam o nome do registro do ensaio e o número do registro do ensaio clínico no final do resumo. Se o estudo não for registrado, ou foi registrado retrospectivamente, as razões para isso devem ser explicadas.

Diretrizes para relatórios de pesquisa
Relatórios precisos e completos permitem que os leitores avaliem totalmente a pesquisa, repliquem-na e usem-na. Espera-se que os autores sigam os seguintes padrões de relatórios de pesquisa.
Os ensaios clínicos randomizados devem estar em conformidade com a declaração CONSORT sobre o relato de RCTs. Um diagrama de fluxo dos participantes, o protocolo do estudo e os detalhes de registro do estudo devem ser incluídos no documento junto com uma lista de verificação numerada fornecida como material suplementar.
Os estudos de diagnóstico devem estar em conformidade com a declaração STARD . Um diagrama de fluxo de assuntos, o protocolo do estudo e os detalhes de registro do estudo devem ser incluídos no papel junto com uma lista de verificação fornecida como material suplementar.
Pesquisa qualitativa - os autores devem consultar a orientação do centro de recursos da Rede EQUATOR sobre bons relatórios de pesquisa, que possui o conjunto completo de diretrizes para relatórios (quantitativos e qualitativos).
Estudos observacionais (Epidemiologia) siga as Diretrizes STROBE e envie o protocolo do estudo como material suplementar.
Revisões sistemáticas/metanálises de estudos randomizados e outros estudos de avaliação devem estar em conformidade com as diretrizes do PRISMA (que substituíram as diretrizes do QUOROM) e enviar o protocolo do estudo como material suplementar.

Nomes de espécies
Na primeira utilização no título, resumo e texto, o nome comum da espécie deve ser seguido do nome científico (gênero, espécie e autoridade) entre parênteses. No entanto, para espécies bem conhecidas, os nomes científicos podem ser omitidos dos títulos dos artigos. Se nenhum nome comum existir em inglês, apenas o nome científico deve ser usado.

Nomenclatura Genética
Variantes de sequência devem ser descritas no texto e nas tabelas usando designações de DNA e proteínas sempre que apropriado. A nomenclatura da variante de sequência deve seguir as diretrizes atuais do HGVS; consulte **varnomen.hgvs.org** , onde são fornecidos exemplos de nomenclatura aceitável.

Dados de sequência

Os dados da sequência de nucleotídeos podem ser enviados em formato eletrônico para qualquer um dos três principais bancos de dados colaborativos: DDBJ, EMBL ou GenBank. Só é necessário enviar para um banco de dados, pois os dados são trocados entre DDBJ, EMBL e GenBank diariamente. A redação sugerida para se referir às informações do número de acesso é: 'Estes dados de sequência foram enviados aos bancos de dados DDBJ/EMBL/GenBank sob o número de acesso U12345'. Os endereços são os seguintes:
DNA Data Bank of Japan (DDBJ): www.ddbj.nig.ac.jp
Arquivo de nucleotídeos EMBL: ebi.ac.uk/ena
GenBank: www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank

Os dados da sequência de proteínas devem ser enviados para um dos seguintes repositórios:
Recurso de informações sobre proteínas (PIR): pir.georgetown.edu
SWISS-PROT: expasy.ch/sprot/sprot-top

Conflito de interesses
A revista exige que todos os autores divulguem quaisquer fontes potenciais de conflito de interesse. Qualquer interesse ou relacionamento, financeiro ou outro que possa ser percebido como influenciando a objetividade de um autor, é considerado uma fonte potencial de conflito de interesses. Estes devem ser divulgados quando diretamente relevantes ou diretamente relacionados ao trabalho que os autores descrevem em seu manuscrito. Fontes potenciais de conflito de interesse incluem, mas não estão limitadas a: propriedade de patentes ou ações, participação no conselho de administração de uma empresa, participação em um conselho ou comitê consultivo de uma empresa e consultoria ou recebimento de honorários de palestrante de uma empresa. A existência de um conflito de interesses não impede a publicação. Se os autores não tiverem nenhum conflito de interesse a declarar, eles também devem declarar isso no momento da submissão.
Se os autores não tiverem certeza se uma afiliação ou relacionamento passado ou presente deve ser divulgado no manuscrito, entre em contato com o escritório editorial em **jooredoffice@wiley.com** .
As políticas acima estão de acordo com os Requisitos Uniformes para Manuscritos Submetidos a Periódicos Biomédicos produzidos pelo Comitê Internacional de Editores de Periódicos Médicos (**http://www.icmje.org/**). É responsabilidade do autor correspondente fazer com que todos os autores de um manuscrito preencham um formulário de declaração de conflito de interesse e fazer o upload de todos os formulários junto com o manuscrito no momento da submissão. A declaração de divulgação deve ser incluída em Agradecimentos. Por favor, encontre o formulário abaixo:
Formulário de Divulgação de Conflito de Interesses

Financiamento
Os autores devem listar todas as fontes de financiamento na seção Agradecimentos. Os autores são responsáveis pela precisão de sua designação de financiador. Em caso de dúvida, verifique o Open Funder Registry para obter a nomenclatura correta: **https://www.crossref.org/services/funder-registry/**

Autoria
A lista de autores deve ilustrar com precisão quem contribuiu para o trabalho e como. Todos aqueles listados como autores devem se qualificar para autoria de acordo com os seguintes critérios:

1. Ter feito contribuições substanciais para concepção e projeto, ou aquisição de dados, ou análise e interpretação de dados;
2. Esteve envolvido na redação do manuscrito ou na revisão crítica do conteúdo intelectual importante;
3. Dada a aprovação final da versão a ser publicada. Cada autor deve ter participado suficientemente do trabalho para assumir responsabilidade pública por partes apropriadas do conteúdo; e
4. Concordou em ser responsável por todos os aspectos do trabalho, garantindo

que questões relacionadas à precisão ou integridade de qualquer parte do trabalho sejam adequadamente investigadas e resolvidas.

Contribuições de qualquer pessoa que não atenda aos critérios de autoria devem ser listadas, com permissão do colaborador, em uma seção de Agradecimentos (por exemplo, para reconhecer contribuições de pessoas que forneceram ajuda técnica, compilação de dados, assistência na redação, aquisição de financiamento ou um chefe de departamento que forneceu suporte geral). Antes de enviar o artigo, todos os autores devem concordar com a ordem em que seus nomes serão listados no manuscrito.

Opções adicionais de autoria. Primeira autoria conjunta ou autoria sênior: No caso de primeira autoria conjunta, uma nota de rodapé deve ser adicionada à lista de autores, por exemplo, 'X e Y devem ser considerados primeiro autor conjunto' ou 'X e Y devem ser considerados autor sênior conjunto'.

Compartilhamento de dados e acessibilidade de dados

O Journal of Oral Rehabilitation espera que os dados que suportam os resultados do artigo sejam arquivados em um repositório público apropriado. Os autores são obrigados a fornecer uma declaração de disponibilidade de dados para descrever a disponibilidade ou ausência de dados compartilhados. Quando os dados forem compartilhados, os autores devem incluir em sua declaração de disponibilidade de dados um link para o repositório que usaram e citar os dados que compartilharam. Sempre que possível, os scripts e outros artefatos usados para gerar as análises apresentadas no artigo também devem ser arquivados publicamente. Se o compartilhamento de dados comprometer os padrões éticos ou os requisitos legais, não se espera que os autores os compartilhem.

Consulte os modelos padrão para uso do autorpara selecionar uma declaração de disponibilidade de dados apropriada para seu conjunto de dados.

Reprodução de material protegido por direitos autorais

Se trechos de obras protegidas por direitos autorais pertencentes a terceiros forem incluídos, o crédito deve ser mostrado na contribuição. É responsabilidade do autor também obter permissão por escrito para reprodução dos proprietários dos direitos autorais. Para obter mais informações, visite **as Perguntas frequentes sobre os termos e condições de direitos autorais da Wiley**

ORCID

Como parte do compromisso da revista em apoiar os autores em todas as etapas do processo de publicação, a revista exige que o autor do envio (somente) forneça um ORCID iD ao enviar um manuscrito. Isso leva cerca de 2 minutos para ser concluído. **Encontre mais informações aqui.**

Ética da Publicação

Esta revista é membro do **Committee on Publication Ethics (COPE).** Observe que esta revista usa o software CrossCheck da iThenticate para detectar instâncias de texto sobreposto e semelhante em manuscritos enviados. Leia as 10 principais dicas de ética editorial da Wiley para autores **aqui** . As diretrizes de ética de publicação da Wiley podem ser encontradas **aqui** .

6. LICENCIAMENTO DO AUTOR

Se o seu artigo for aceito, o autor identificado como o autor correspondente formal receberá um e-mail solicitando que ele faça login no Author Services, onde, por meio do Wiley Author Licensing Service (WALS), será necessário preencher um contrato de licença de direitos autorais em nome de todos os autores do artigo.
Os autores podem optar por publicar sob os termos do acordo de direitos autorais padrão da revista, ou **Acesso Aberto** sob os termos de uma Licença Creative Commons.
Informações gerais sobre licenciamento e direitos autorais estão disponíveis **aqui** . Para revisar as opções de Licença Creative Commons oferecidas em Acesso Aberto, **clique aqui** . (Observe que certos financiadores determinam que um determinado tipo de licença CC deve ser usado; para verificar isso, clique **aqui.**)

Definições e políticas de autoarquivamento. Observe que o acordo de direitos autorais padrão da revista permite o auto-arquivo de diferentes versões do artigo sob condições específicas. Clique **aqui** para obter informações mais detalhadas sobre definições e políticas de autoarquivamento.

Taxas de Acesso Aberto: Se você optar por publicar usando o Acesso Aberto, será cobrada uma taxa. Uma lista de taxas de publicação de artigos para revistas Wiley está disponível **aqui** .

Acesso aberto do financiador: clique **aqui** para obter mais informações sobre a conformidade da Wiley com as políticas específicas de acesso aberto do financiador.

7. PROCESSO DE PUBLICAÇÃO APÓS ACEITAÇÃO

Artigo aceito recebido em produção
Quando um artigo aceito é recebido pela equipe de produção da Wiley, o autor correspondente receberá um e-mail solicitando que ele faça login ou se registre no **Wiley Author Services.** O autor será solicitado a assinar uma licença de publicação neste momento.

Artigos aceitos
A revista oferece o serviço Wiley's Accepted Articles para todos os manuscritos. Este serviço garante que os manuscritos 'no prelo' aceitos sejam publicados on-line logo após a aceitação, antes da edição de cópia ou composição tipográfica. Os artigos aceitos são publicados on-line alguns dias após a aceitação final, aparecem apenas no formato PDF, recebem um identificador de objeto digital (DOI), que permite que sejam citados e rastreados, e são indexados pelo PubMed. Após a publicação da versão final do artigo (o artigo de registro), o DOI permanece válido e pode continuar sendo utilizado para citar e acessar o artigo.
Os artigos aceitos serão indexados pelo PubMed; Os autores que enviam devem, portanto, verificar cuidadosamente os nomes e afiliações de todos os autores fornecidos na página de rosto do manuscrito para que seja preciso para indexação. Posteriormente, os artigos finais editados e revisados aparecerão em uma edição da Wiley Online Library; o link para o artigo no PubMed será atualizado automaticamente.

provas
Os autores receberão uma notificação por e-mail com um link e instruções para acessar online as provas de página HTML. As provas de página devem ser cuidadosamente revisadas para quaisquer erros de edição ou composição tipográfica. Diretrizes on-line são fornecidas dentro do sistema. Nenhum software especial é necessário, os navegadores mais comuns são suportados. Os autores também devem certificar-se de que quaisquer tabelas, figuras ou referências renumeradas correspondam às citações do texto e que as legendas das figuras correspondam às citações do texto e às figuras reais. Os comprovantes devem ser devolvidos em até 48 horas após o recebimento do e-mail. A devolução dos comprovantes por e-mail é possível caso não seja possível utilizar ou acessar o sistema online.

Visualização antecipada
A revista oferece velocidade rápida para publicação por meio do serviço Early View da Wiley. **Os artigos Early View** (versão online do registro) são publicados na Wiley Online Library antes de serem incluídos em uma edição. Observe que pode haver um atraso após o recebimento das correções antes que o artigo apareça online, pois os editores também precisam revisar as provas. Depois que o artigo é publicado no Early View, não é possível fazer mais alterações no artigo. O artigo Early View é totalmente citável e traz uma data de publicação online e DOI para citações.

8. PÓS PUBLICAÇÃO

Acesso e compartilhamento
Quando o artigo é publicado online:
• O autor recebe um alerta por e-mail (se solicitado).
• O link para o artigo publicado pode ser compartilhado nas redes sociais.
• O autor terá livre acesso ao artigo (após aceitar os Termos & Condições de uso, poderá visualizar o artigo).
• O autor correspondente e os coautores podem indicar até dez colegas para receber um alerta de publicação e acesso online gratuito ao artigo.

Promovendo o artigo
Para descobrir a melhor forma de promover um artigo, **clique aqui.**

Apoio à promoção do artigo
Wiley Editing Services oferece serviços profissionais de vídeo, design e redação para criar resumos de vídeo compartilháveis, infográficos, pôsteres de conferências, resumos leigos e notícias de pesquisa para sua pesquisa - para que você possa ajudar sua pesquisa a receber a atenção que merece.

Medindo o impacto de um artigo
A Wiley também ajuda os autores a medir o impacto de suas pesquisas por meio de parcerias especializadas com **Kudos** e **Altmetric.**

Política de alteração de nome de autor da Wiley
Nos casos em que os autores desejam alterar seu nome após a publicação, a Wiley atualizará e republicará o artigo e reenviará os metadados atualizados aos serviços

de indexação. Nossas equipes editoriais e de produção usarão de discrição ao reconhecer que as alterações de nome podem ser de natureza confidencial e privada por vários motivos, incluindo (mas não limitado a) alinhamento com identidade de gênero ou como resultado de casamento, divórcio ou conversão religiosa. Assim, para proteger a privacidade do autor, não publicaremos um aviso de correção no artigo e não notificaremos os coautores sobre a alteração. Os autores devem entrar em contato com o Escritório Editorial da revista com o pedido de mudança de nome.

9. DETALHES DE CONTATO DO ESCRITÓRIO EDITORIAL

jooredoffice@wiley.com

Diretrizes para autores atualizadas em 08 de fevereiro de 2021