

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro de Ciências da Saúde
Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento

UBIRAKITAN MACIEL MONTEIRO

**BIOFEEDBACK POR ELETROMIOGRAFIA NO CONTROLE DO BRUXISMO EM
VIGÍLIA ASSOCIADO OU NÃO À MIALGIA**

Recife

2017

UBIRAKITAN MACIEL MONTEIRO

***BIOFEEDBACK* POR ELETROMIOGRAFIA NO CONTROLE
DO BRUXISMO EM VIGÍLIA ASSOCIADO OU NÃO À
MIALGIA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Neurociências.

Prof. Marcelo Cairrão Araujo Rodrigues

Recife

2017

Catálogo na Fonte
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

M775b Monteiro, Ubirakitan Maciel.
Biofeedback por eletromiografia no controle do bruxismo em vigília associado ou não à mialgia / Ubirakitan Maciel Monteiro. – 2017.
60 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Marcelo Cairrão Araújo Rodrigues.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento. Recife, 2017.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Bruxismo. 2. Biorretroalimentação psicológica. 3. Mialgia. 4. Eletromiografia. I. Rodrigues, Marcelo Cairrão Araújo (Orientador). II. Título.

612.665 CDD (22.ed.) UFPE (CCS2017-309)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Pró-Reitoria para assuntos de Pesquisa e Pós-Graduação
Centro de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria
E Ciências do Comportamento



UBIRAKITAN MACIEL MONTEIRO

BIOFEEDBACK POR ELETROMIOGRAFIA NO CONTROLE DO BRUXISMO EM
VIGÍLIA ASSOCIADO OU NÃO À MIALGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências do Comportamento da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Neurociências.

Aprovado em: 28/07/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Rosana Christine Cavalcanti Ximenes
Universidade Federal de Pernambuco – CAV

Prof. Dra. Ana Paula de Lima
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Marcelo Cairrão Araújo Rodrigues
Universidade Federal de Pernambuco
Presidente da Banca

*À minha família e amigos, que me
incentivaram e suportaram
incondicionalmente.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Carmem Maciel e Ubirakitan Monteiro, por me oferecerem o suporte, os cuidados e os incentivos necessários para a minha formação pessoal e profissional. Aos meus irmãos, Luisa e Raphael Maciel, por estarem sempre do meu lado e me apoiando em todas as situações. Ao meu orientador e amigo, Prof. Marcelo Cairrão, por ser um exemplo de inspiração, conhecimento, liderança horizontal e capacidade de aglutinar pessoas interessadas em melhorar o mundo ao redor. Aos meus amigos, colegas de laboratório, parceiros de empresa, a Diogo Jardim e a Laís Caovila, que acreditaram nos meus sonhos e estiveram dispostos a colaborar com as melhores ideias para a solução de problemas.

Agradeço ao Dr. Moises Aguilar, à Dra. Silvia Laurentino e à Prof. Rosana Ximenes, por contribuírem com a minha formação científica e por acreditarem no meu trabalho. Agradeço ao CESAR, a Italo Nogueira e a Yves Nogueira, a Edmilson Dantas, a Eiran Simis, a Felipe Pessoa e a Sergio Cavalcante, por apoiarem iniciativas de desenvolvimento tecnológico na área de saúde.

Agradeço também à Pós-graduação em Neurociências e Comportamento, bem como a todos os professores e colegas de classe, que me possibilitaram uma troca rica de conhecimentos e experiências.

RESUMO

INTRODUÇÃO: O bruxismo em vigília é um comportamento parafuncional que pode levar à mialgia dos músculos mastigatórios. O *Biofeedback* por eletromiografia (EMG) é uma técnica com potencial para reduzir estes sintomas, porém ainda não se sabe se participantes com e sem mialgia apresentam evoluções diferentes durante este treinamento. O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do Biofeedback por eletromiografia no controle do Bruxismo em vigília associado ou não à Mialgia. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Vinte e dois pacientes com diagnóstico clínico de Bruxismo em vigília foram divididos em dois grupos de acordo com critérios clínicos: com mialgia (grupo experimental, n= 15) e sem mialgia (grupo controle, n=8). Os participantes foram submetidos a cinco sessões de *Biofeedback* no músculo temporal anterior, com vinte minutos de duração cada. A potência elétrica muscular média foi calculada em cada uma das sessões. Além disso, os participantes foram avaliados com a Escala Visual Analógica (EVA) para dor antes e depois deste tratamento. **RESULTADOS:** no primeiro dia o grupo experimental apresentou maior potência elétrica em repouso ($p=0,002$), e maior pontuação na EVA ($p<0,0001$), em relação ao grupo controle. Houve correlação positiva significativa entre estas duas variáveis em todos os participantes no primeiro dia ($p = 0,002$; spearman $r= 0.62$). Ao final da intervenção, não houve diferença significativa entre os grupos na EVA (0,1499), bem como entre a potência muscular de repouso ($p=0,9716$). **CONCLUSÕES:** O *Biofeedback* por EMG é capaz de reduzir a tensão muscular de repouso e a dor em pessoas com Bruxismo em Vigília associada com mialgia a valores semelhantes aos de participantes sem mialgia. Este estudo também apresentou a primeira evidência de que a mialgia está relacionada com o aumento da tensão de repouso nesta população.

PALAVRAS-CHAVE: Bruxismo; biorretroalimentação psicológica; mialgia; eletromiografia.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Awake bruxism is a parafunctional behavior that can lead to myalgia in masticatory muscles. Electromyography (EMG) Biofeedback is a potential technique to reduce these symptoms, but it is not known yet if the treatment results differ in participants with and without myalgia. **MATERIALS AND METHODS:** It was developed a new biofeedback system for this experiment. Twenty-two patients with clinical diagnosis of Awake Bruxism were divided into two groups according to clinical criteria: myalgia-related (experimental group, n = 15) and without myalgia (control group, n = 8). The participants were submitted to five sessions of Biofeedback in anterior temporalis muscle, with a duration of twenty minutes each. Resting muscle electric power was calculated during each session. In addition, they were evaluated with Visual Analogue Scale (EVA) for pain before and after this treatment. **RESULTS:** The experimental group presented higher electrical power at rest ($p = 0.002$), and higher VAS score ($p < 0.0001$), in relation to the control group at the first day. There was a positive correlation between these two variables in all participants in the first day ($p = 0.002$, spearman $r = 0.62$). At the end of the intervention, there was no significant difference between the groups on VAS (0.1499) and resting muscle power ($p = 0.9716$). **CONCLUSIONS:** EMG Biofeedback can reduce resting muscle tension and pain in people with Awake bruxism associated with myalgia. This study also presents a preliminar evidence that muscle pain is related to increased resting tension in this population.

KEY-WORDS: Bruxism, biofeedback, myalgia, and electromyography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CARACTERIZAÇÃO CLÍNICA E FISIOPATOLÓGICA DO BRUXISMO	13
FIGURA 2 –INSTRUMENTAÇÃO DO EMG DE SUPERFÍCIE	19
FIGURA 3 - POSICIONAMENTO DO SENSOR E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS SINAIS.....	20
FIGURA 4 - FLUXOGRAMA DO DESENHO EXPERIMENTAL	23
FIGURA 5 - POSICIONAMENTO DOS SENSORES E DOS PARTICIPANTES	25
FIGURA 6 - TESTE DE QUALIDADE DO SINAL DO EMG	26
FIGURA 7 -ELEMENTOS GRÁFICOS DO <i>FEEDBACK</i> VISUAL	27
FIGURA 8 - COMPARAÇÕES DO EVA ENTRE GRUPOS ANTES E APÓS O TREINAMENTO.....	29
FIGURA 9 -COMPARAÇÕES DO RMS DE REPOUSO ENTRE GRUPOS NO PRIMEIRO E NO QUINTO DIA DE TREINAMENTO	30
FIGURA 10 -COMPARAÇÕES INTERGRUPOS DO EVA E DO RMS DE REPOUSO	31

LISTA DE SIGLAS

DM	-	Diferença de média
EMG	-	Eletromiografia
EVA	-	Escala visual analógica
IC	-	Intervalo de confiança
RDC-TMD	-	<i>Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders</i>
RMS	-	<i>Root mean square</i>
EENT	-	Estimulação elétrica nervosa transcutânea

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DA LITERATURA	12
2.1	BRUXISMO	12
2.2	<i>BIOFEEDBACK</i>	16
2.3	<i>BIOFEEDBACK</i> MUSCULAR	17
2.4	INSTRUMENTAÇÃO EM ELETROMIOGRAFIA BIOEFEDBACK POR ELETROMIOGRAFIA E DOR.....	18
2.5	BIOEFEDBACK POR ELETROMIOGRAFIA E DOR	21
3	OBJETIVOS	21
3.1	OBJETIVO GERAL	21
3.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
4.1.	POPULAÇÃO DO ESTUDO:.....	22
4.2.	DESENHO EXPERIMENTAL.....	22
4.3.	DESECHOS DE AVALIAÇÃO	24
4.3.1.	ESCALA VISUAL ANALÓGICA	24
4.3.2.	POTÊNCIA ELÉTRICA MUSCULAR DE REPOUSO	24
4.4.	SESSÕES DE <i>BIOFEEDBACK</i> POR ELETROMIOGRAFIA.....	26
4.5.	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	27
5.	RESULTADOS	28
6.	DISCUSSÃO.....	32
7.	CONCLUSÕES	34
	REFERÊNCIAS	35
	ANEXO A	40
	APÊNDICE A	60

1. INTRODUÇÃO

O Bruxismo em vigília é caracterizado por movimentos excessivos da mandíbula, realizados durante o dia, e que ocorrem em momentos em que a musculatura mastigatória deveria estar em repouso pela ausência de demandas funcionais. O problema é que estes movimentos parafuncionais são considerados como um importante fator de risco para o aparecimento de mialgia na região orofacial e temporal.

Estes movimentos têm uma ligação direta com a ansiedade e são aumentados durante atividades de elevada concentração. As pessoas com Bruxismo em vigília tendem a não notar que estão realizando estas contrações, pois estão habituados a realizá-los durante grande parte do dia. Uma forma efetiva de reduzir estes hábitos é através do condicionamento de um novo comportamento, no qual estas pessoas devem manter os dentes desencostados e evitar a realização destes movimentos. A principal abordagem é o uso de adesivos e aplicativos de celular, que atuam como lembretes para que a pessoa desencoste os dentes.

Porém, esta abordagem através de lembrete não é suficiente para causar uma mudança significativa no posicionamento da mandíbula e não é capaz de manter os resultados por um longo prazo. Uma técnica com potencial para reduzir a tensão e o número de episódios parafuncionais é o Biofeedback por Eletromiografia. Este método é baseado no condicionamento operante, e utiliza jogos digitais controlados pelo nível de contração dos pacientes, e que fornece estímulos negativos quando o paciente tensiona a musculatura ou oferece recompensas quando o relaxamento muscular acontece.

O problema é que ainda não existem estudos demonstrando a efetividade do treinamento com Biofeedback em pacientes com Bruxismo em vigília associado ou não à mialgia.

O objetivo deste trabalho foi de desenvolver um sistema de Biofeedback (equipamentos e softwares) dedicado ao relaxamento muscular em participantes com Bruxismo em vigília e de avaliar os seus efeitos no ponto de vista clínico (percepção dolorosa) e fisiológico (potência muscular de repouso).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 BRUXISMO

O bruxismo é uma patologia do sistema nervoso central caracterizada por movimentos involuntários da mandíbula, e que podem ocorrer durante o sono ou durante a vigília

(LAVIGNE *et al.*, 2008). Por este motivo, o Bruxismo passou a ser classificado em dois subtipos devido a diferenças nos sintomas e na etiologia: Bruxismo do sono e em vigília (Goldstein e Auclair Clark, 2017). As principais manifestações clínicas dos dois subtipos de bruxismo estão descritas na Figura 1.

Os episódios noturnos são caracterizados por movimentos estereotipados da mandíbula (Manfredini *et al.*, 2013), executados por contrações involuntárias da porção anterior do músculo temporal e músculo masseter (Persaud *et al.*, 2013). Estes movimentos costumam causar sons perceptíveis por pessoas próximas e é comum a presença de fraturas e desgastes nos dentes (Murali, Rangarajan e Mounissamy, 2015).

A etiologia do Bruxismo do sono ainda não está totalmente esclarecida, mas acredita-se que o fenômeno possui mediação pelo sistema nervoso central. Porém, estudos recentes não demonstraram correlação entre o Bruxismo do sono e o estresse (Tavares *et al.*, 2016). Diferentemente, fatores respiratórios como a síndrome da apneia obstrutiva do sono parecem ter uma ligação direta com estes fenômenos (Hosoya *et al.*, 2014)

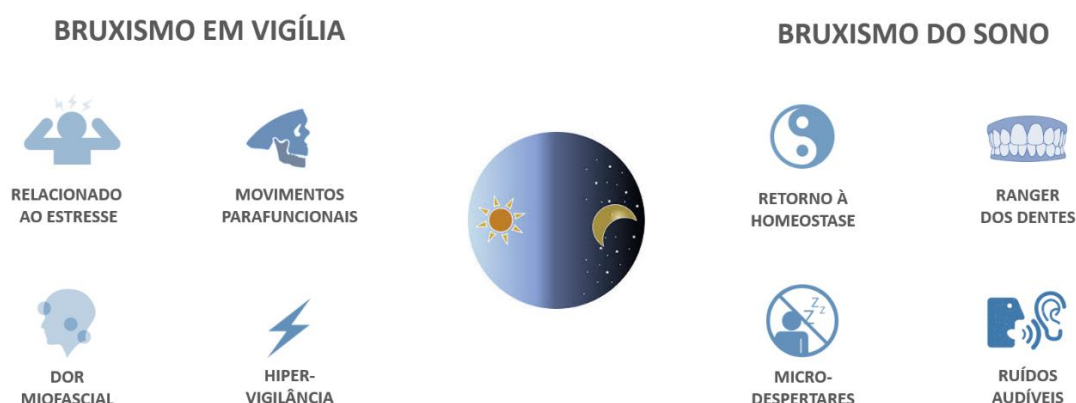


Figura 1. Manifestações clínicas e fisiopatológicas do Bruxismo. Esta figura apresenta uma comparação dos principais sinais e sintomas presentes em cada um dos dois subtipos (Manfredini *et al.*, 2013).

De acordo com a teoria atualmente mais aceita, o Bruxismo do sono é uma resposta fisiológica do sistema nervoso central em busca da homeostase, e que apesar das repercussões negativas na superfície dos dentes, não deve ser considerado apenas como um fenômeno negativo (Kostrzewa-Janicka *et al.*, 2015). Nesta perspectiva, o movimento de lateralidade da mandíbula seria uma estratégia para retornar o fluxo aéreo durante a apneia.

Além disso, também serve como uma sinalização de que algo não está correto na fisiologia do sono. Outro fator secundário que pode desencadear o Bruxismo do sono é o uso

de antidepressivos tricíclicos (Amir, Hermesh e Gavish, 1997)

Portanto, as estratégias modernas de tratamento devem ser direcionadas para o controle dos fatores desencadeantes, e não para tentar reduzir as contrações musculares. Apesar da elevada intensidade de cada uma das contrações musculares, muitos pacientes com o Bruxismo do sono não relatam dor muscular, já que o intervalo longo entre os episódios pode ser suficiente para evitar a sobrecarga e a dor muscular (Muzalev *et al.*, 2017). Porém, o excesso de movimentos rítmicos noturnos pode ser um fator de risco para a mialgia (Rossetti *et al.*, 2008)

O segundo subtipo, chamado de Bruxismo em vigília, é caracterizado pela ocorrência de movimentos parafuncionais durante o dia, ou seja, contrações que não são relacionados com funções importantes como a alimentação e a deglutição. Estes movimentos podem ocorrer durante grande parte da vigília e podem se manifestar em apertamento ou toques ritmos entre os dentes superiores e inferiores, por mordidas na região interna da boca ou por movimentos laterolaterais da mandíbula (LAVIGNE *et al.*, 2008).

A etiologia do bruxismo em vigília também é pouco conhecida, mas a base da ocorrência dos episódios parece estar relacionada à hiperatividade extrapiramidal do controle motor nos núcleos da base (Ella *et al.*, 2016). Um estudo demonstrou que um polimorfismo genético nas vias dopaminérgicas pode ter relação com a fisiopatologia do Bruxismo em vigília. Desequilíbrios nas vias dopaminérgicas dos núcleos da base também estão relacionados com sintomas hipermotores e são diretamente influenciados por fatores emocionais devido a ligações com o sistema límbico (Clark e Ram, 2007).

Portanto, a ansiedade é um fator desencadeante e com potencial para exacerbar a motricidade involuntária. Estes movimentos costumam ser precedidos por uma urgência e vontade compulsiva em realizar os movimentos, e são seguidos por um alívio e sensação de recompensa. Estes hábitos tendem a aumentar em situações de elevado estresse e durante atividades de elevada concentração, como ao dirigir, ao assistir televisão, ao utilizar aparelho celular ou durante o trabalho (Cioffi *et al.*, 2016). Por este motivo, grande parte dos pacientes tendem a não notar a ocorrência destes episódios. Além disso, fatores culturais e educacionais também influenciam o aumento do apertamento dentais, já que muitas pessoas são educadas durante a infância para manter os dentes encostados durante o dia.

Os episódios de apertamento durante o dia podem ser classificados como semi-involuntários, já que é possível inibi-los por um curto período quando a atenção é direcionada para este controle (Lavigne *et al.*, 2003). Porém, este evitar consciente é inviável de ser mantido

durante longos períodos de tempo, principalmente quando a atenção é focalizada para outras atividades de vida diária e/ou profissionais. Estes episódios acontecem com elevada frequência e duração e o somatório dos eventos podem representar horas durante um dia (Cioffi *et al.*, 2016). Por este motivo, é comum que os pacientes com Bruxismo em vigília relatem mialgia na porção anterior do músculo temporal e no masseter, estruturas que são agonistas nos movimentos de elevação da mandíbula (Sierwald *et al.*, 2015).

Outros sintomas clínicos comuns em pessoas com o Bruxismo em vigília são a ansiedade, a depressão, a insônia e a hipervigilância (Bayar, Tutuncu e Acikel, 2012). Estes sintomas ocorrem de forma cíclica durante a vida, e os pacientes costumam entrar em uma espécie de *loop*: onde os fatores psicológicos aumentam a intensidade dor, que por consequência reverbera os fatores psicológicos.

Pacientes com quadros álgicos mais intensos podem progredir para uma Disfunção temporomandibular, alteração caracterizada pela redução da funcionalidade desta articulação (Muzalev *et al.*, 2017). Isto ocorre porque pessoas com dores intensas nos músculos mastigatórios tendem a ativar menos estes músculos em tarefas funcionais, como forma de proteção, e por outro lado, tendem a se manter mais tensionados durante o repouso, se comparado a participantes saudáveis (Pinho *et al.*, 2000).

O Bruxismo em vigília é identificado clinicamente através do autorrelato do paciente sobre os seus hábitos de apertamento dos dentes. Uma medida fisiológica que pode auxiliar nessa caracterização é o eletromiograma (EMG), já que ele também permite a quantificação do número de episódios parafuncionais durante o repouso e também pode ser utilizado para mensurar o comportamento parafuncional do Bruxismo diurno (Watanabe *et al.*, 2011) e noturno (Stuginski-Barbosa *et al.*, 2016).

A principal consequência destes hábitos parafuncionais é a mialgia crônica nos músculos temporal e masseter, ambos agonistas no movimento de elevação da mandíbula (Fernandes *et al.*, 2015). O apertamento dental pode causar quadros inflamatórios subclínicos nos músculos mastigatórios, e esta variação pode estar relacionada com a fisiopatologia da DTM muscular (Louca Jounger *et al.*, 2017).

As abordagens tradicionais de tratamento para mialgias crônicas são a aplicação o uso de medicações analgésicas e relaxantes musculares, pela estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS), pelo uso do LASER de baixa potência e ultrassom terapêutico e recursos terapêuticos manuais (Grootel, van *et al.*, 2017). Porém estas técnicas são focadas na resolução

dos sintomas, mas sem atuar na mudança comportamental que é a base da etiologia do problema.

2.2 BIOFEEDBACK

O *Biofeedback* é uma técnica de treinamento que permite a modificação do comportamento e a otimização de funções corporais com o uso de instrumentos. As informações fisiológicas são captadas, processadas e oferecidas de volta aos pacientes (retroalimentação) através de vias sensoriais (Castelnuovo *et al.*, 2016).

Esta técnica é capaz de causar efeitos de longo-prazo por estimular a neuroplasticidade cerebral (Strehl *et al.*, 2014). Esta abordagem vem sendo utilizada para o treinamento de funções como a respiração, a variabilidade dos ritmos cardíacos, a pulsação arterial, o tônus muscular, a atividade cerebral, o posicionamento do corpo, etc. A base teórica do *Biofeedback* é atribuída ao princípio do Condicionamento operante, teoria desenvolvida por Skinner (1938) e que explica uma abordagem de modificação de comportamentos através do treinamento. De acordo com esta teoria, é possível modelar o comportamento de organismos ao oferecer recompensas e punições em sequência. Por exemplo, a probabilidade de uma criança desenvolver o hábito de escovar os dentes aumenta se ela receber elogios constantes por realizar esta atividade. Por outro lado, esta mesma criança terá uma baixa probabilidade de voltar a inserir a mão em uma tomada, caso ela leve choques elétricos todas as vezes.

No *Biofeedback*, este condicionamento é utilizado para aprender a melhorar o funcionamento do corpo, e pode ser aprendido como uso de instrumentos analógicos ou digitais. Os treinamentos mais simples podem ser realizados como balanças, espelhos e esfigmomanômetros, mas também é possível treinar funções mais refinadas através de instrumentos digitais que realizam a coleta de biossinais, como o Eletroencefalogramas e o Eletromiograma (Glombiewski, Bernardy e Häuser, 2013).

Os sinais fornecidos por estes instrumentos digitais são captados, processados e transformados em estímulos sensoriais relacionados com o sinal biológico. A escolha adequada da modalidade de *feedback* é fundamental para o sucesso desta intervenção. Deve-se optar por estímulos que sejam compreensíveis e que despertem o interesse dos participantes, para evitar que os mesmos não se frustrem e que compreendam os objetivos estipulados pelo profissional (Kropotov, 2009).

As principais vias sensoriais utilizadas com este objetivo são a visual, onde o participante interage com estímulos gráficos e jogos expostos em monitores, e a via auditiva, na qual os

pacientes escutam sons específicos ao atingir limiares (*feedback* descontínuo) ou escutam tons de instrumentos musicais que podem variar em ritmo e frequência de acordo com a atividade cerebral (*feedback* contínuo).

2.3 BIOFEEDBACK MUSCULAR

Mas para que precisamos de instrumentos para aprender a relaxar os músculos se nós temos um sistema de propriocepção com os fusos. Estas estruturas nos fornecem informações sobre o nível de estiramento, permitindo que o sistema nervoso possa coordenar e realizar contrações voluntárias (Bewick e Banks, 2015).

Porém, em situações dolorosas, os nociceptores dos músculos da mastigação são ativados e afetam significativamente as propriedades proprioceptivas, reduzindo o seu processamento no sistema nervoso central (Ro e Capra, 2001). Leve-se em conta outro agravante relacionado à fisiologia básica desse tipo de receptor: os nociceptores possuem característica tônica, isto é, continuam disparando potenciais de ação de forma contínua e sem atenuação enquanto houver o estímulo doloroso, dia e noite. Outro estudo realizou uma estimulação dolorosa nos músculos mastigatório, com a injeção de soluções salinas hipertônicas, e demonstrou que o controle muscular foi alterado nestes participantes (Shimada, Hara e Svensson, 2013).

Por este motivo, instrumentos que captam a atividade muscular são capazes de otimizar este aprendizado e permitir que pacientes atinjam níveis avançados de relaxamento com o *Biofeedback*. O principal recurso utilizado para este fim é a Eletromiografia de superfície, técnica não-invasiva, de baixo-custo e facilidade aplicação. Ela mede a atividade neuromuscular através de sensores posicionados na superfície da pele e de amplificadores de instrumentação (Rains, 2008). É importante frisar que o aparelho de eletromiografia não emite nenhum tipo de corrente eletromagnética, fônica ou térmica com efeito terapêutico, portanto os resultados clínicos esperados ocorrem através da interação com os *feedbacks* apresentados pelo sistema.

O *Biofeedback* por EMG tem sido utilizado para aumentar o controle e força muscular em pacientes pós-AVC (Doğan-Aslan *et al.*, 2012) e também na reabilitação pós-cirúrgica (Pietrosimone *et al.*, 2015). De forma contrária, pode ser utilizada para ensinar os participantes a reduzir a tensão muscular em pacientes com fibromialgia (Glombiewski, Bernardy e Häuser,

2013), disfunção temporomandibular (Criado *et al.*, 2016) e dores crônicas lombares (Sielski, Rief e Glombiewski, 2017).

2.4 INSTRUMENTAÇÃO EM ELETROMIOGRAFIA

A Eletromiografia de superfície é uma técnica capaz de amplificar sinais elétricos captados sobre a pele acima de músculos superficiais. Os sinais são conduzidos através dos tecidos e captados nos sensores, representando a somação temporal e espacial de uma população de unidades motoras próximas. A amplitude do sinal dependerá de diversos fatores como a taxa de disparo dos potenciais de ação, diâmetro das fibras e da distância dos sensores para as fibras musculares. Estes sinais são captados através de Eletrodos, estruturas com elevada condutibilidade elétrica, geralmente de materiais metálicos e que realizam a interface entre a pele e o aparelho de amplificação. Os sensores de Eletromiografia podem ser fixados na pele através de adesivos, de faixas elásticas ou de acessórios vestíveis como pulseiras e capacetes.

É necessário a utilização de ao menos três eletrodos para obter atividade de um grupamento muscular: ativo, referência e terra (Rainoldi, Melchiorri e Caruso, 2004). Os dois primeiros irão captar a atividade dos músculos dispostos na direção longitudinal das fibras, com a distância padrão de 2cm entre eles. Por outro lado, o eletrodo terra não tem a finalidade de captar sinal muscular, e sim de igualar os potenciais elétricos do aparelho e do corpo do paciente.

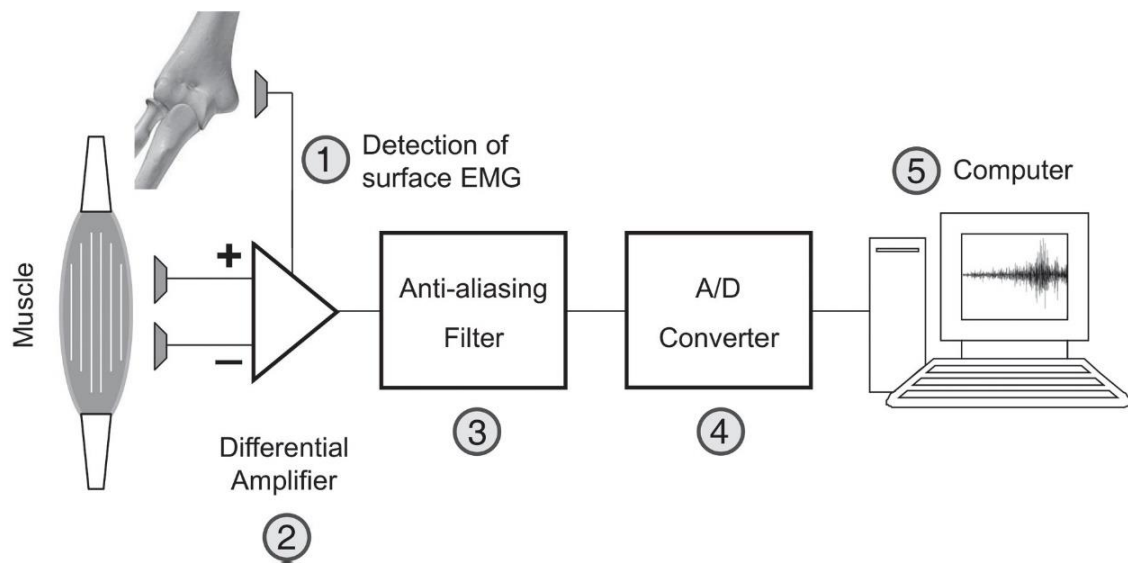


Figura 2. Instrumentação do EMG de superfície. 1) eletrodos de superfície, materiais responsáveis por captar a atividade elétrica na pele; 2) Amplificador diferencial, equipamento responsável pelo aumento de ganho e subtração dos sinais dos eletrodos ativo e referência; 3) filtros analógicos, com a função de atenuar frequência baixas e altas que estão fora da banda de frequência do EMG; 4) conversor analógico digital, componente que realiza a amostragem do sinal; 5) computador, equipamento com capacidade de processamento para aplicar algoritmos digitais. Figura retirada de Garcia e Viera, 2011.

Por se tratar de sinais elétricos muito pequenos, na escala de microvolts, é necessário realizar a amplificação para que possamos manipular as informações. Portanto os aparelhos de Eletromiografia contam com amplificadores de instrumentação, componentes aumentam o ganho do sinal e que realizam a subtração entre os sinais do eletrodo ativo e referência (Supuk, Skelin e Cic, 2014). O objetivo desta operação é de reduzir a influência de sinais de músculos distantes (*cross-talking*) e artefatos externos.

Em seguida o aparelho realiza a conversão analógico-digital, com a finalidade de representar os sinais em linguagem computacional. De acordo com o teorema de Nyquist, a taxa de amostragem, quantidade de pontos captados por segundo, precisar ser pelo menos o dobro da frequência do sinal elétrico (Nyquist, 1928).

A atividade eletromiográfica varia geralmente entre 0,5- 500 Hz, portanto é recomendado que a taxa de amostragem seja de ao menos 1.000Hz caso queira avaliar todas estas faixas de frequência.

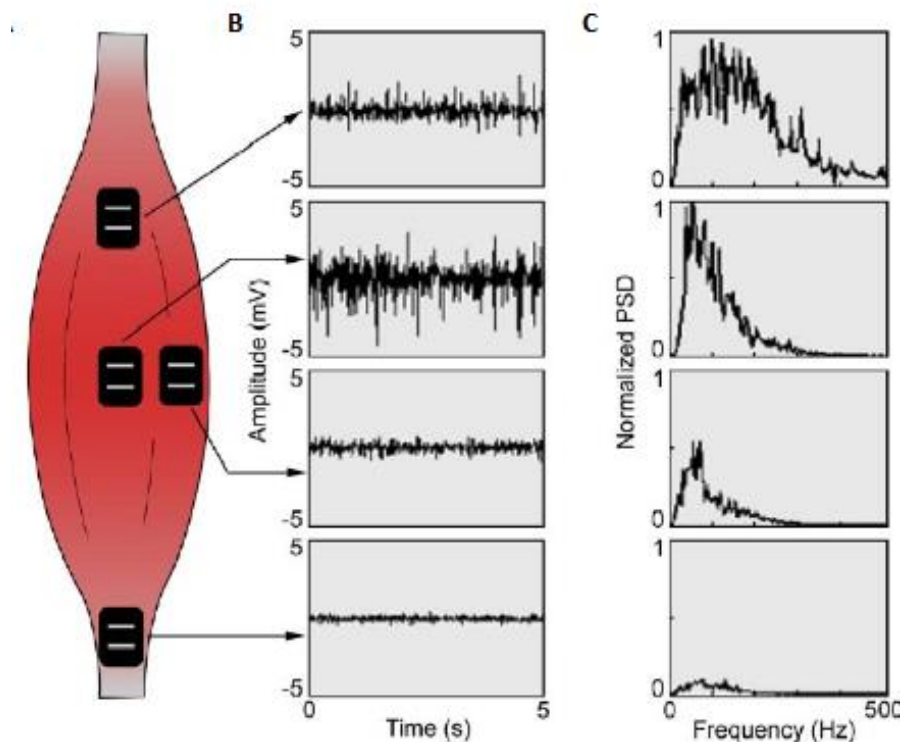


Figura3. Posicionamento do sensor e representação gráfica dos sinais (Luca, De, 1997). A) A posição ótima para a coleta dos sinais do EMG é no ventre muscular e a disposição dos eletrodos ativo e referência devem seguir o sentido longitudinal das fibras; B) representação do sinal do EMG no domínio do tempo na notação de amplitude (μV). Note que o posicionamento do sensor descrito no item A apresenta a maior amplitude do sinal entre as quatro montagens. C) representação do sinal do EMG no domínio de frequência normalizada. A unidade de medida utilizada antes da normalização é a potência espectral (μV^2) e o eixo X representa as frequências do sinal em Hz.

O filtro digital mais utilizado em biosinais é o *Butterworth*. Este recurso costuma ser utilizado com dois objetivos: atenuar a atividade em frequências extremas, onde não existe atividade muscular, o chamado filtro passa-banda; e também para reduzir os artefatos de corrente elétrica (60 Hz no Brasil), o chamado filtro *Notch*.

Após o pré-processamento do sinal, os sinais da Eletromiografia ainda se mantêm complexos e difíceis de serem treinados pelo paciente, pois trata-se de um sinal que varia entre positivo e negativo e com alta frequência. Portanto utiliza-se um recurso de processamento chamado de Raiz quadrada da média (do inglês, *Root Mean Square*, RMS).

Os sinais processados em RMS são mais fáceis de serem compreendidos, pois ocorre uma redução da quantidade de pontos por segundo, além disso, a sua potência elétrica aumenta com a contração e reduz com o relaxamento. O sinal resultante deste cálculo é utilizado pelas aplicações de *Biofeedback* através de recursos audiovisuais. Para aumentar o engajamento dos

pacientes, também é possível incluir técnicas de gameificação ao atribuir objetivos e metas para o treinamento.

2.5 BIOEFEDBACK POR ELETROMIOGRAFIA E DOR

Os primeiros estudos que aplicaram o *Biofeedback* por Eletromiografia para o controle de dores foram realizados nas décadas de 60 (Budzynski *et al.*, 1973) e de 70 no tratamento de cefaleia tensional (Budzynski *et al.*, 1973). A primeira publicação relacionada com o controle de músculos mastigatórios foi realizada em 1979, no qual um dispositivo fornecia feedback sonoros alertando o aumento dos níveis de contração muscular. (Solberg e Rugh, 1979).

Uma revisão sistemática demonstrou os efeitos do *Biofeedback* por eletromiografia no tratamento de Cefaleia Tensional em 53 ensaios clínicos randomizado-controlados (Nestoriuc, Rief e Martin, 2008). Estes resultados demonstraram que o *Biofeedback* foi efetivo na redução da dor (intensidade, duração e frequência), e o seus efeitos foram mantidos em *follow-ups* em média de 14 meses. Além disso, o treinamento também reduziu a atividade eletromiográfica dos participantes e a quantidade de medicação utilizada pelos mesmos.

Apesar desta técnica ser amplamente aplicada em pacientes com Cefaleia tensional, o conceito de “Bruxismo em vigília” é recente e poucos estudos restringem os grupos em populações com autorrelato de movimentos parafuncionais. Além disso, ainda não se sabe se existe diferença entre o grau de contratilidade entre pacientes com e sem mialgia associada.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a eficácia do *Biofeedback* por eletromiografia de superfície no controle do Bruxismo em vigília associado ou não à Mialgia.

3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um sistema de *biofeedback*, equipamento e programa, capaz de captar a atividade eletromiográfica do músculo temporal e fornecer ao usuário um retorno visual-auditivo proporcional à contratilidade muscular;
- Comparar os níveis de tensão muscular basal, antes de qualquer treinamento, entre

pacientes com bruxismo em vigília com e sem mialgia

- Comparar, em pacientes com bruxismo em vigília associados ou não à mialgia, a sintomatologia dolorosa através da Escala visual analógica (EVA) e a potência elétrica muscular de repouso (RMS de repouso) associada a treinamento de biofeedback de 5 sessões;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. POPULAÇÃO DO ESTUDO:

Vinte e cinco participantes adultos, de ambos os sexos, com diagnóstico clínico de Bruxismo em Vigília foram recrutados por conveniência em um serviço odontologia da cidade do Recife-PE. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do Comitê de Ética e Pesquisa (Resolução nº 466/12), aprovado sob o número: CAAE: 65515417.1.0000.5208. Os critérios de inclusão foram: idades entre 35 e 60 anos, ambos os sexos e o autorrelato de movimentos parafuncionais da mandíbula. Os critérios de exclusão foram: histórico de traumas cranioencefálicos, diagnóstico com doenças neurológicas degenerativas, diagnóstico de acidentes vasculares cerebrais, lesões abertas na região temporal anterior, alterações visuais e/ou auditivas graves, aplicação de toxina botulínica nos últimos seis meses nos músculos mastigatórios, realização de outros tratamentos de reabilitação concomitantes ou no último mês.

4.2. DESENHO EXPERIMENTAL

A figura 4 apresenta um resumo dos procedimentos experimentais deste estudo piloto. Todas as etapas foram realizadas com os participantes sentados em uma poltrona confortável, e com orientações para descruzar as pernas, relaxar os ombros, desencostar os dentes, manter a coluna ereta e manter os ombros em rotação externa e os antebraços em supinação, mantendo o dorso das mãos repousando em cima das próprias coxas. Além disso, o monitor utilizado foi posicionado na altura dos olhos para evitar posturas inadequadas de flexão ou extensão da cabeça.

Os participantes selecionados para a pesquisa foram submetidos a avaliações clínicas através da aplicação da Escala visual analógica, para medir a percepção dolorosa na região da cabeça. Em seguida, realizou-se a palpação de pontos de tensão nos músculos temporal e masseter. Os participantes que obtiveram os seguintes critérios foram selecionados para o grupo

experimental:

- Dor moderada ou intensa na palpação com intensidade de 1Kg/cm² na porção anterior do músculo temporal e/ou no músculo masseter
- Pontuação maior do que três na Escala visual analógica para dor na região temporal ou masseter (bilateralmente).
- Relato de dor crônica (mais de seis meses)

Os demais participantes foram incluídos no grupo controle. Em seguida, os participantes de ambos os grupos realizaram cinco sessões de *Biofeedback* por Eletromiografia com duração de trinta minutos cada e realizadas com a frequência de uma vez por semana. A Figura 7 apresenta um resumo dos procedimentos experimentais.

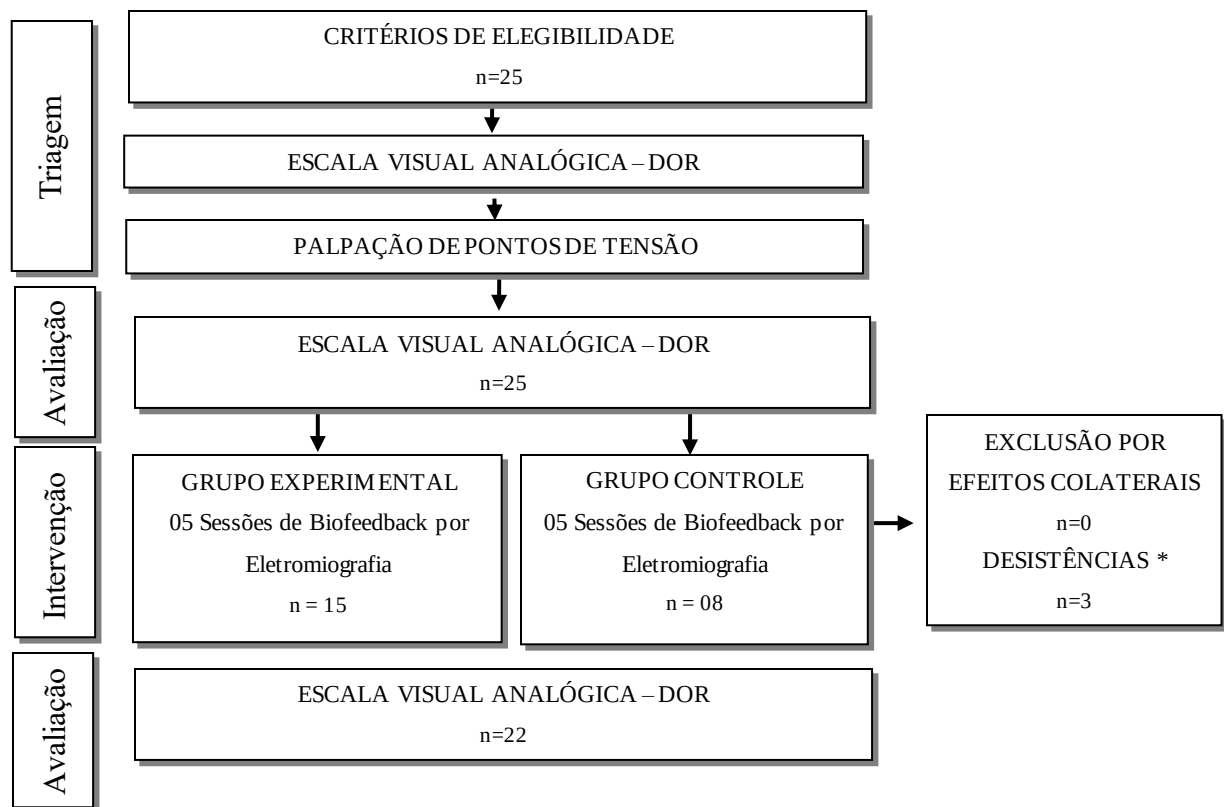


Figura 4. Fluxograma do desenho experimental. *grupo experimental.

4.3. DESFECHOS DE AVALIAÇÃO

4.3.1. ESCALA VISUAL ANALÓGICA

Todos os participantes foram avaliados antes de iniciar os treinamentos e após a quinta sessão através da Escala visual analógica para dor (ANEXO A). Este instrumento objetiva mensuração da sintomatologia dolorosa referida pelos participantes. Durante a sua aplicação, o paciente foi questionado quanto ao seu grau de dor espontânea na região da cabeça, sendo que 0 significa ausência total de dor e 10 o nível de dor máximo suportável pelo paciente (Boonstra *et al.*, 2008)

4.3.2. POTÊNCIA ELÉTRICA MUSCULAR DE REPOUSO

A atividade elétrica da porção anterior do músculo temporal foi monitorada durante as cinco sessões de treinamento (Figura 5). A potência elétrica muscular de cada sessão foi calculada através uma média de todos os pontos do RMS no tempo. Os participantes foram instruídos a manter-se em repouso, evitando realizar movimentos com a mandíbula e a buscando atingir o maior relaxamento dos músculos. Os participantes foram instruídos a deglutir a saliva normalmente e a ignorar a elevação do sinal que ocorre naturalmente com este movimento.

Antes de iniciar as coletas, os participantes passaram por uma assepsia da pele com algodão e álcool gel na região da superfície do músculo. Este procedimento teve o objetivo de reduzir a impedância elétrica do participante com o dispositivo. Em seguida, os sensores foram posicionados unilateralmente, de acordo com os seguintes critérios:

1. Lado com maior dor à palpação; caso não seja possível determinar:
2. Lado com maior deslocamento do côndilo mandibular na palpação durante os movimentos de abertura e fechamento da boca.

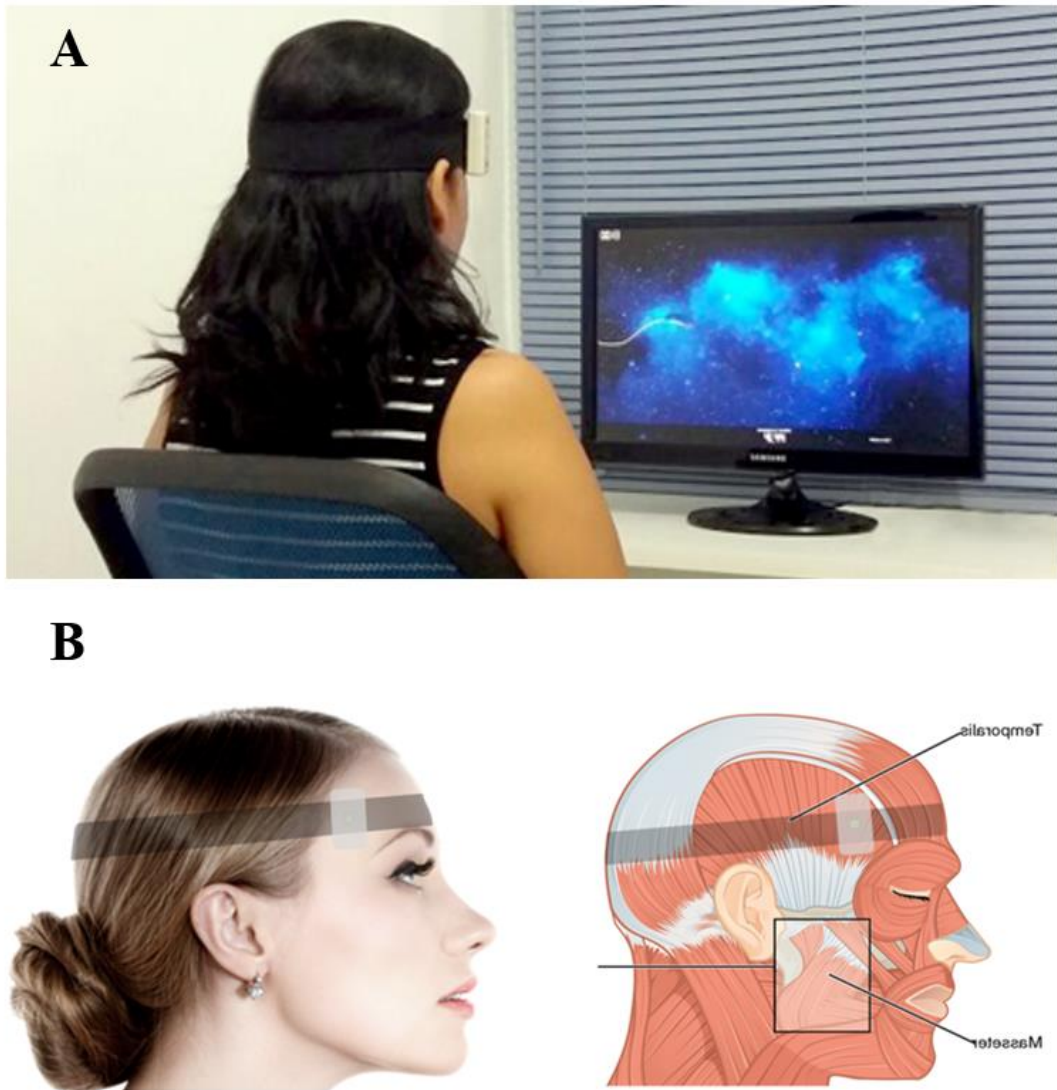


Figura 5. Posicionamento dos sensores e dos participantes. A) os pacientes foram posicionados em frente a um monitor que apresentou os *feedbacks* visual através da tela e auditivo através de alto-falantes. B) representação da posição do equipamento de EMG no sentido longitudinal às fibras da porção anterior do músculo temporal.

Os eletrodos foram conectados em um amplificador de Eletromiografia portátil *Myobox* (*neuroUP*, Brasil), com o envio de sinais ao computador por protocolo Bluetooth 3.0, e com taxa de amostragem de 1.000 Hz. Este dispositivo foi desenvolvido por nosso grupo para este trabalho, e posterior comercialização.

Antes do início da coleta, os participantes foram instruídos a “apertar os dentes” (máxima intercuspidação habitual), de forma suave, para confirmar o posicionamento do eletrodo na porção anterior do músculo temporal. Esta verificação foi realizada através da inspeção visual do traçado de Eletromiografia (Figura 6) e através de um algoritmo de medição da qualidade do sinal no software *Bodyfeedback* (*neuroUP*, Brasil).

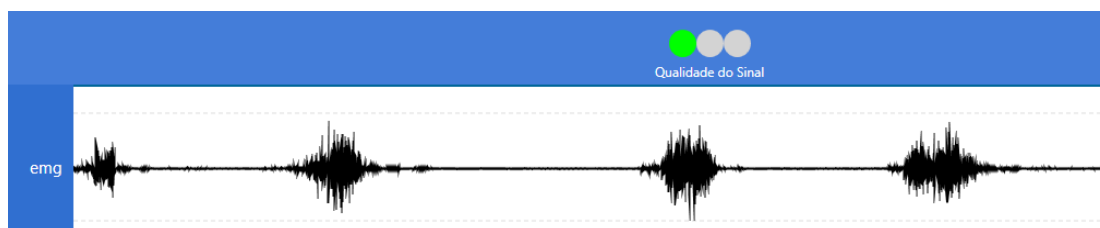


Figura
6. Teste
de

qualidade do sinal do EMG. A verificação é realizada em dois passos, através do algoritmo de medição da qualidade do sinal (parte superior) e da inspeção visual do traçado (parte inferior).

A potência elétrica de repouso foi obtida através da média do sinal elétrico obtido em cada uma das cinco sessões de treinamento com o *Biofeedback* por Eletromiografia. Este sinal foi processado através de um filtro Passa-banda, com cortes em 30Hz e 500 Hz, e por um filtro *Notch*, em 60 Hz, ambos do tipo *Butterworth*. Estes sinais foram transformados em tempo real para a notação da Raiz quadrada da média (do inglês, *Root Mean Square*, RMS).

4.4. SESSÕES DE BIOFEEDBACK POR ELETROMIOGRAFIA

As sessões de treinamento foram realizadas com os participantes sentados a um metro de distância de um monitor com o *software Bodyfeedback* com a aplicação *Maestro (neuroUP, Brasil)* utilizando os sinais elétricos processados em RMS. Os participantes receberam duas modalidades de retroalimentação simultâneas, através de vias visuais e auditivas:

O feedback visual foi fornecido aos participantes com um gráfico dinâmico em linha, com deslocamento no eixo Y de acordo com o nível de contração muscular. O objetivo foi de reduzir o valor do gráfico para aproximá-lo o máximo possível do limite inferior da tela.

O cenário de fundo deslocou-se para a esquerda para criar a sensação de que os objetivos da tela estavam em movimento, e cada parte da imagem percorreu a tela durante dez segundos. A escala do eixo Y foi modificou-se automaticamente para manter o nível adequado de *zoom* de acordo em relação aos valores do RMS. A tela ajustou-se todas as vezes que a média dos últimos cinco segundos do RMS foi 150% maior ou menor do que a média dos cinco segundos anteriores.

Os pesquisadores também determinaram limiares (objetivos), que foram representados com uma linha paralela na tela (Figura 7). Esta marcação indicou as metas a serem atingidas pelos pacientes e o objetivo era de manter-se sempre abaixo desta marca.

Os limiares foram modificados dinamicamente, mantendo valores aproximadamente 10% acima do RMS momentâneo dos participantes. O objetivo de manter os limiares levemente mais altos foi para reduzir a hipervigilância e não gerar um aumento de tensão durante a sessão.

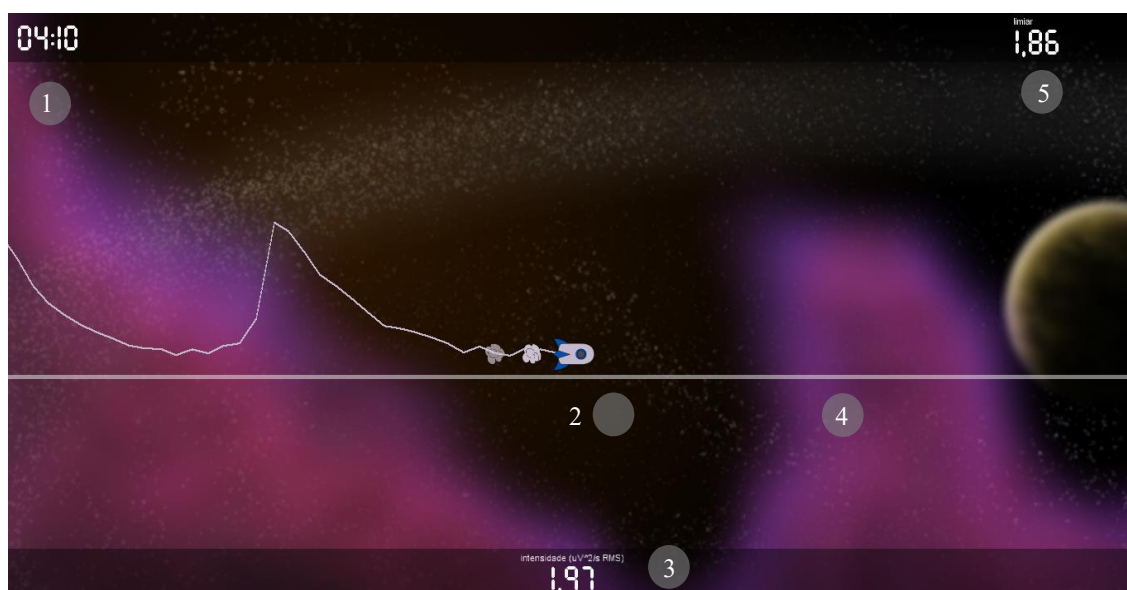


Figura 7. Elementos gráficos do *feedback* visual. 1) Temporizador com a duração da sessão; 2) Elemento gráfico em forma de nave espacial que varia no eixo Y de acordo com o sinal do RMS; 3) Valor da intensidade do sinal do RMS 4) Limiar representado por uma linha branca horizontal; 5) valor correspondente do limiar.

Simultaneamente, os participantes ouviram tons de piano que variaram em ritmo (número de tons por segundo) e em frequência sonora (variações entre notas graves e agudas, seguindo a escala de Dó maior) de acordo com o nível de ativação elétrica. O objetivo foi de tornar os sons mais graves e de reduzir o seu ritmo, ou seja, torna-los mais lentos. O *feedback* auditivo foi desligado automaticamente em todos os momentos em que os participantes atingiram valores a baixo do limiar proposto.

4.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O programa utilizado para a realização dos cálculos estatísticos foi o *Graphpad Prisma* 7.0. Todas as amostras foram analisadas para estudar a normalidade da distribuição pelo teste Kolmogorov-Smirnov. O nível de significância dos testes estatísticos foi de 5%.

As comparações da potência elétrica muscular e do EVA entre as sessões foram realizadas com o teste paramétrico *One-way Anova* com múltiplas comparações (teste de *Tukey*) e as comparação entre duas amostras pareadas foram realizadas através do teste paramétrico *T de Student*.

Realizou-se também uma análise de correlação entre o EVA e RMS de repouso no primeiro dia de treinamento (20 minutos), através do Coeficiente de correlação de Spearman,

com nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS

Dos vinte e cinco participantes que iniciaram a pesquisa, três foram excluídos da amostra por desistências motivadas por incompatibilidade de horários. Nenhum participante foi excluído da amostra por efeitos colaterais decorrentes dos procedimentos.

No primeiro dia do protocolo de intervenção, o grupo experimental apresentou, e maior pontuação da sintomatologia dolorosa na EVA (Figura 8.b; DM=4,83; IC= 2,51 a 7,15) e elevada atividade do RMS de repouso (Figura 9.a; DM=4,55; IC= 1,05 a 8,05), em relação ao grupo controle. Houve correlação positiva entre a EVA e o RMS de repouso de todos os participantes no primeiro dia de procedimentos (p-valor= 0,002; spearman $r= 0.62$, dados não mostrados).

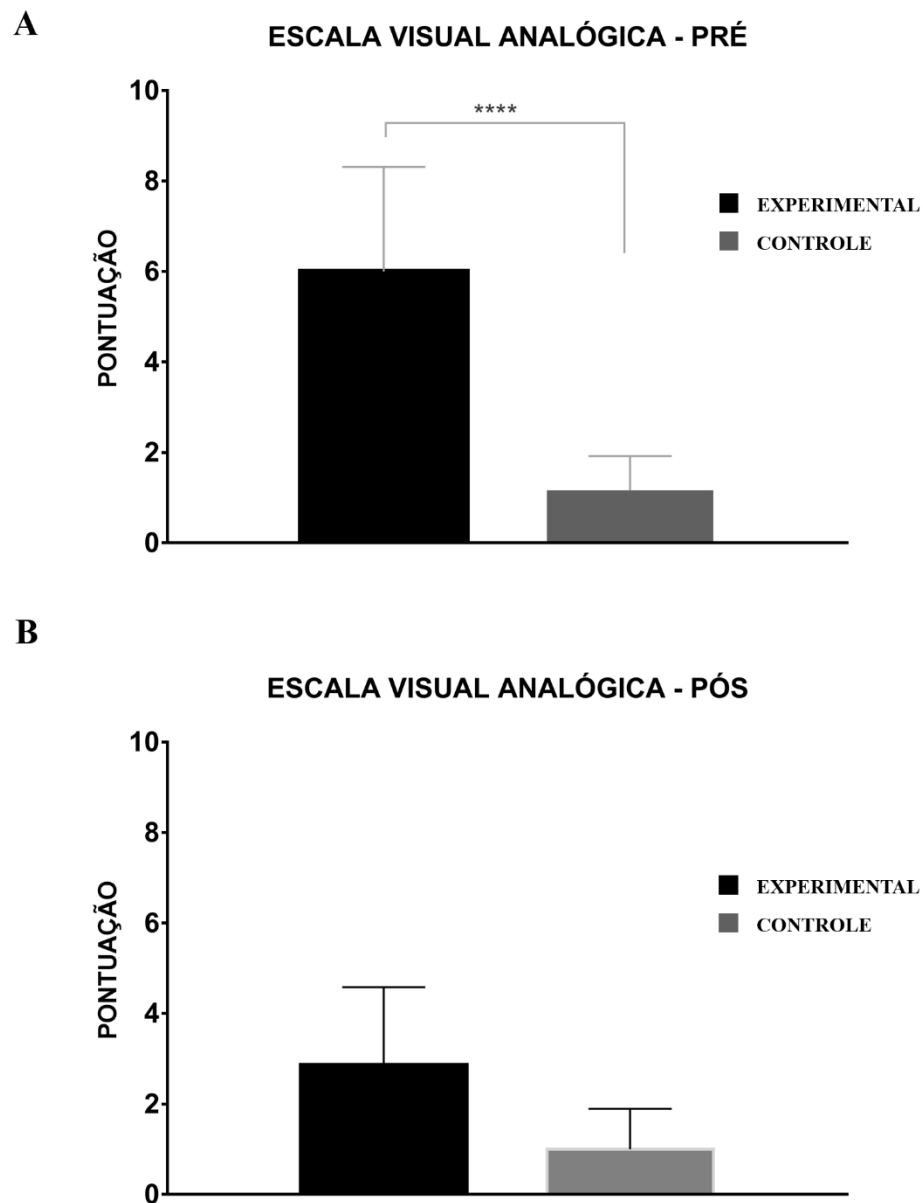


Figura8. Comparações do EVA entre grupos antes e após o treinamento. A) EVA antes do treinamento, em ambos os grupos; B) EVA no final do treinamento, em ambos os grupos. Note que o grupo experimental apresentou pontuações no EVA significativamente maiores na avaliação inicial, em relação ao grupo controle, e os valores entre os grupos tenderam a se igualar na avaliação final ($p > 0,05$). Teste estatístico: *T-student*; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$; **** = $p < 0,0001$.

Após o treinamento, não houve diferença significativa no EVA entre os grupos (Figura 8.b; DM: 1,87; IC: -0,44 A 4,19) e no RMS de repouso na quinta sessão (Figura 9.c; DM: IC:1,29; IC: -2,21 a 4,79).

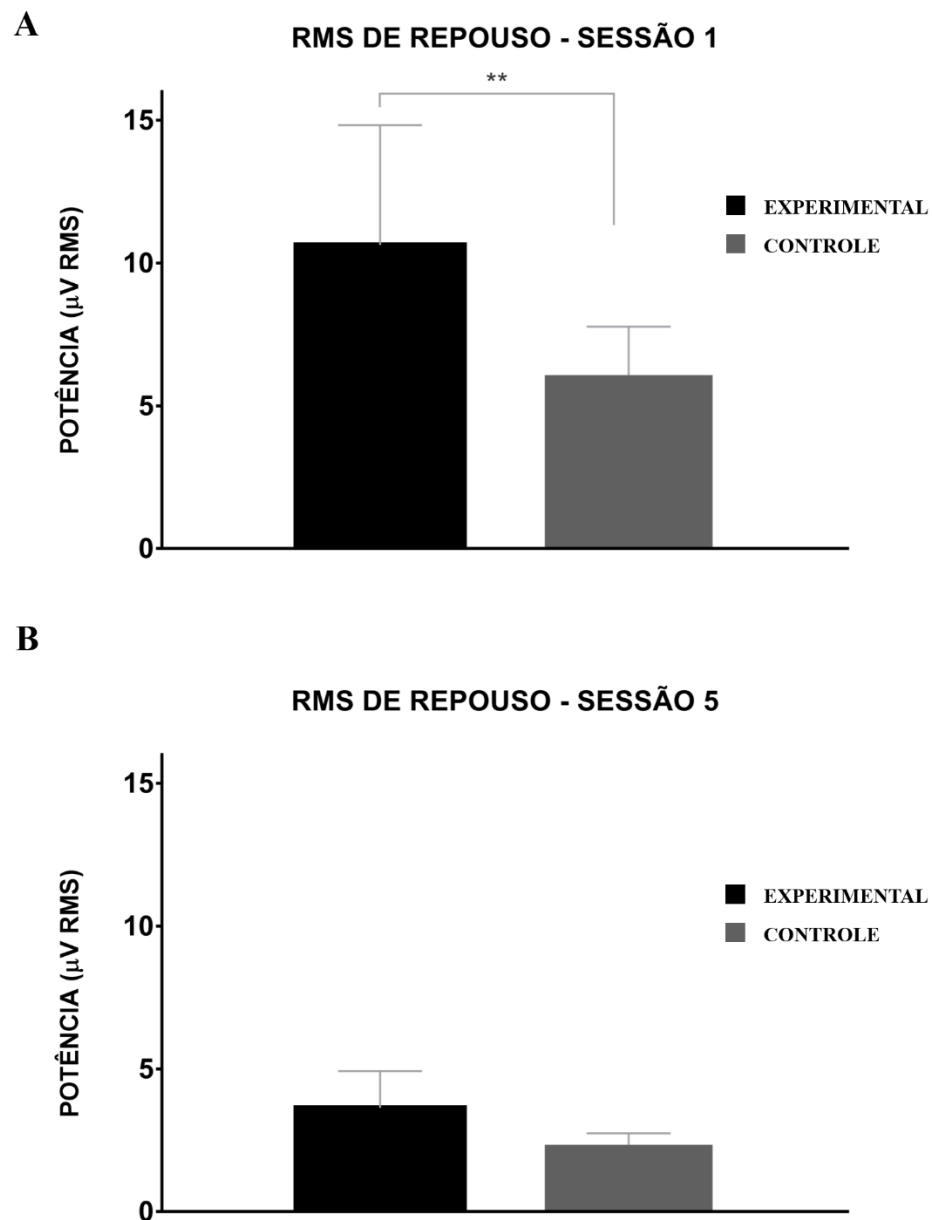


Figura 9. Comparações do RMS de repouso entre grupos no primeiro e no quinto dia de treinamento. A) RMS de repouso no primeiro dia de treinamento, em ambos os grupos; B) RMS de repouso no quinto dia de treinamento, em ambos os grupos. Note que o grupo experimental apresentou pontuações no RMS significativamente maiores na avaliação inicial, em relação ao grupo controle, e os valores entre os grupos tenderam a se igualar na avaliação final ($p > 0,05$). Teste estatístico: *T-student*; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$; **** = $p < 0,0001$.

Durante as sessões de treinamento ocorreram reduções significativas do RMS de repouso entre a primeira e a todas as sessões seguintes no grupo experimental (Figura 10.a). A maior redução sequencial foi entre a primeira a segunda sessão de treinamento, com redução média de 37,42% (Figura 10.a; p -valor 0,0019). Não houveram alterações significativas no RMS de repouso no grupo controle (Figura 10A).

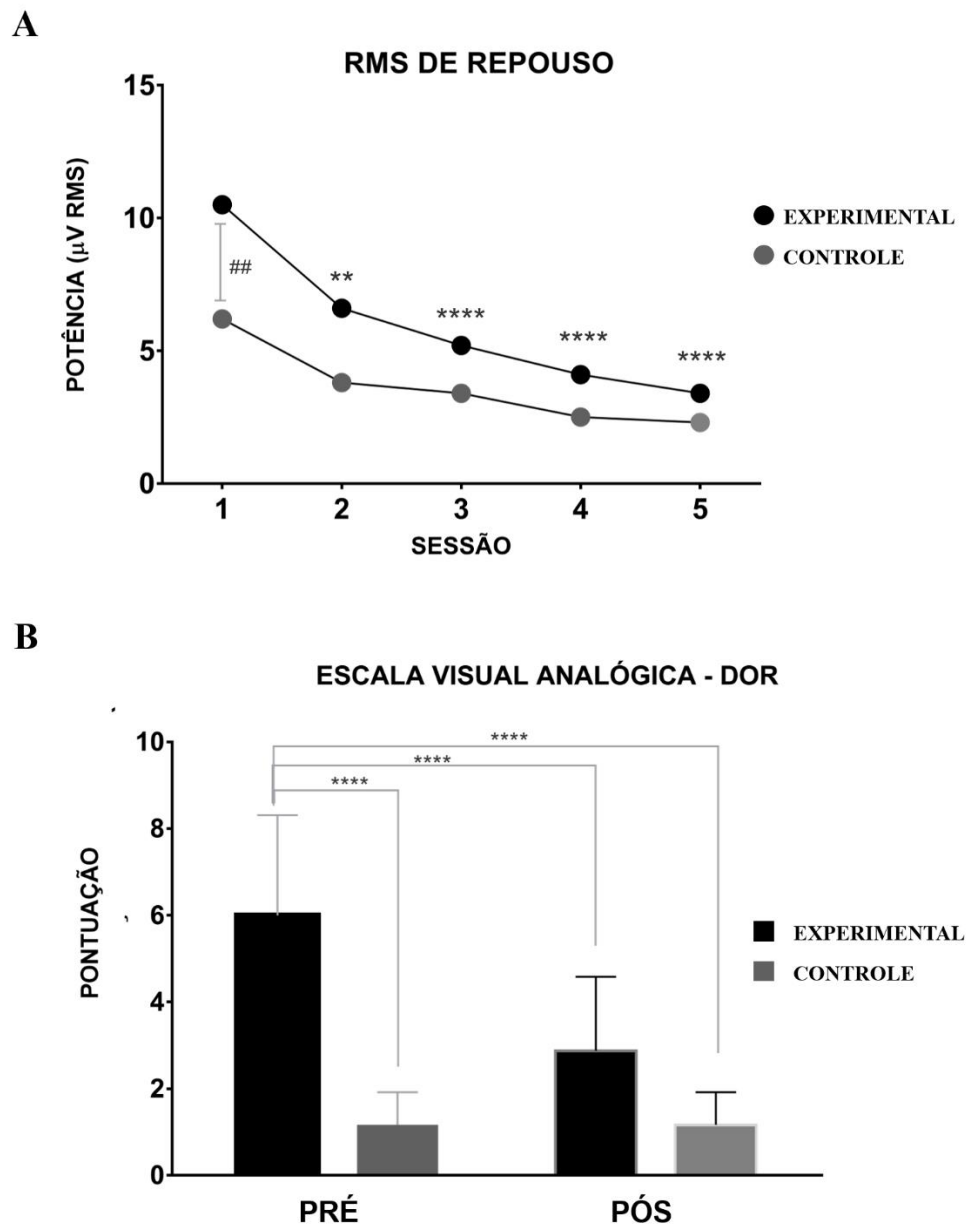


Figura 10. Comparações intergrupos do EVA e do RMS de repouso. A) Potência elétrica muscular de repouso dos grupos experimental (círculos pretos) e controle (círculos cinza). Note que os valores do grupo experimental foram significativamente mais altos em relação ao grupo controle; B) Escala visual analógica para a dor dos grupos experimental (barras pretas) e controle (barras cinza). Note que o grupo experimental apresentou pontuações significativamente maiores na avaliação inicial do que no grupo controle, e os valores entre os grupos tendem a se igualar na avaliação final ($p > 0,05$). Testes estatísticos: *One-way Anova com teste Tukey* de múltiplas comparações; #: comparação entre o RMS da primeira sessão entre os grupos; ##: $p < 0,01$; *: comparações entre a primeira e as sessões seguintes em cada grupo; * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$; *** = $p < 0,001$; **** = $p < 0,0001$.

Após o treinamento, a pontuação média na EVA reduziu significativamente no grupo experimental, em relação à avaliação inicial (Figura 8.b; DM= 3,12; IC= 1,42 a 4,83), mas esta

redução não ocorreu no grupo controle (Figura 9.b; DM= 0,17; IC= -2,63 a 2,96).

6. DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que o equipamento desenvolvido por nosso grupo é eficaz para o tratamento de mialgia em pacientes com Bruxismo em vigília. O presente trabalho apresentou também as primeiras evidências de que participantes com Bruxismo em vigília com mialgia associada possuem valores elevados da tensão muscular de repouso em relação a participantes sem dor relacionada. Esta relação entre nível de tensão inicial e a sintomatologia dolorosa também foi evidenciada num estudo onde pacientes com dores orofaciais apresentaram valores elevados de contração muscular em repouso quando comparados a participantes saudáveis (Pinho *et al.*, 2000). Além disso, esta pesquisa também realizou uma análise temporal da progressão da atividade elétrica durante as sessões e da sintomatologia dolorosa antes e após o treinamento. A tendência de aproximação entre os grupos pode ser interpretada como um indicador de efetividade da técnica em pacientes com dor.

Semelhante aos primeiros achados do *Biofeedback* aplicado ao relaxamento muscular (Budzynski e Stoyva, 1969), este estudo evidenciou uma redução sucessiva da tensão mais acentuada entre a primeira e a segunda sessão. Outro estudo também demonstrou que a redução de atividade dos músculos mastigatórios foi notado após a segunda sessão de *Biofeedback* (Criado *et al.*, 2016). É possível que este achado tenha relação com a abertura da boca, que ocorre com a conscientização de desencostar os dentes no primeiro dia de treinamento. Este posicionamento de aumento do ângulo da articulação temporomandibular permite uma redução da tensão dos músculos elevadores da mandíbula. Porém, após atingir esta postura, os participantes precisaram reduzir progressivamente o tônus muscular através do relaxamento, tarefa que exige maior esforço cognitivo.

Os resultados deste estudo indicam que o *Biofeedback* por Eletromiografia é uma técnica segura, bem tolerada e com potencial para reduzir o nível de tensão muscular e a percepção dolorosa em pacientes com mialgia associada a Bruxismo em vigília. Estes participantes apresentaram uma redução importante no nível de atividade muscular de repouso, e este achado foi acompanhado de uma redução na percepção dolorosa no grupo experimental.

A redução significativa da tensão muscular pode ser explicado, em parte, pelos achados de um estudo que identificou que o fornecimento de *feedbacks* musculares melhora o controle

sobre músculos inervados pelo nervo trigêmeo, o que não acontece com músculos inervados através da coluna espinhal (Iida *et al.*, 2013). Basicamente, ao fornecer uma retroalimentação sobre a atividade de músculos da cabeça, é possível melhorar o desempenho e acelerar o aprendizado sobre a sua função. Além disso, a coordenação dos músculos mastigatórios tende a aumentar com a progressão de sessões de treinamento (Testa, Rolando e Roatta, 2011).

Um outro fator que pode ter contribuído para a eficácia dos treinamentos foi a escolha das modalidades e dinâmicas de apresentações dos *feedbacks*. O treinamento visual está associado a maior demanda cognitiva do que as modalidades auditivas (Kos, Tomažič e Umek, 2016), além disso, exige a manutenção de um estado de elevada atenção aos estímulos da tela, o que pode dificultar o relaxamento. A aplicação visual escolhida foi formada por cores predominantemente frias e com temas neutros, o que pode ter facilitado o relaxamento.

De forma complementar, a combinação com *feedback* auditivo tendeu a tornar as sessões mais dinâmicas e a diminuir a exigência de manter a atenção visual ativa durante todo o treinamento. Estudos futuros poderão demonstrar se esta abordagem é mais efetiva do que o uso destas modalidades isoladas e com diferentes tipos de apresentações. Outra perspectiva é o uso modalidade em potencial é o *feedback* tátil, que pode ser utilizado com dispositivos vestíveis vibratórios, como pulseiras por exemplo (Wottawa *et al.*, 2011).

Outro recurso utilizado foi o limiar, elemento gráfico que gerou informações adicionais a respeito do desempenho dos participantes durante os treinos. Além de visualizar os valores do RMS, os participantes também foram informados sobre se estavam acima do limiar proposto, indicativo de erro, estavam abaixo da linha, indicando o estado de acerto. Um estudo demonstrou que a apresentação de informações sobre o desempenho durante o treino aumentou os resultados clínicos de pacientes com Cefaleia tensional tratados com o *Biofeedback* por Eletromiografia (Rains, 2008).

Por se tratar de um treinamento ativo e realizado em ambiente ambulatorial, o *Biofeedback* por Eletromiografia pode aumentar a resposta galvânica da pele, resposta do sistema autônomo relacionada com aumento de estresse emocional (Wieselmann-Penkner *et al.*, 2001). Portanto, acreditamos que a estratégia de manter o limiar 10% acima do valor momentâneo dos pacientes foi uma abordagem efetiva para reduzir a ansiedade durante os treinamentos. Estudos futuros poderão confirmar se esta abordagem é mais eficaz do que o uso do limiar mais baixo do que os valores de RMS momentâneos, como forma de estimular o aumento do desempenho.

Estudos futuros também poderão incluir um grupo controle com características *Sham* para controlar o fator *placebo*, ou incluir um grupo controle que realize técnicas de relaxamento

sem o *Biofeedback*. Além disso, o desenho deste estudo também não permitiu uma análise sobre a influência dos aconselhamentos clínicos sobre os hábitos parafuncionais nos resultados, já que ambos os grupos foram tratados com a mesma técnica de *Biofeedback*.

O *Biofeedback* por EMG é uma técnica com potencial para reduzir a ansiedade e o uso de medicação em pacientes com Cefaleia tensional (Nestoriuc, Rief e Martin, 2008) e de reduzir os movimentos para funcionais em participantes com Bruxismo em vigília (Watanabe *et al.*, 2011). Portanto, os estudos futuros poderão avaliar estas variáveis com a inclusão de escalas clínicas de avaliação psicológica e com a medição fisiológica de parâmetros como a resposta galvânica da pele, variabilidade cardíaca e o índice de assimetria frontal de alfa para testar a valência emocional.

Esta pesquisa trouxe perspectivas básicas sobre a aplicabilidade da técnica de *Biofeedback* em participantes com Bruxismo em vigília associada ou não com dor miofascial. Uma interpretação dos autores é que o *Biofeedback* só deve ser utilizado em participantes sem dor caso o objetivo seja reduzir os hábitos parafuncionais, já que o nível de tensão muscular destes participantes já se encontra baixo antes do treinamento.

Estes achados poderão servir como base para a criação de novas tecnologias de interfaces de *Biofeedback* e para o desenho de ensaios clínicos randomizados que enfoquem na otimização da metodologia de aplicação desta técnica.

CONCLUSÕES

. Os níveis de contração muscular do grupo com bruxismo em vigília associado à mialgia são mais elevados quando comparados ao grupo sem mialgia.

. Após o tratamento com *biofeedback* os níveis de dor e de contração muscular em repouso se igualaram entre os grupos com e sem mialgia.

- O sistema de *biofeedback* desenvolvido durante este projeto mostrou-se eficaz na redução da mialgia e da contração muscular para os pacientes com bruxismo em vigília.

REFERÊNCIAS

AMIR, I.; HERMESH, H.; GAVISH, A. Bruxism secondary to antipsychotic drug exposure: a positive response to propranolol. **Clinical neuropharmacology**, v. 20, n. 1, p. 86–9, fev. 1997.

- BAYAR, G. R.; TUTUNCU, R.; ACIKEL, C. Psychopathological profile of patients with different forms of bruxism. **Clinical Oral Investigations**, v. 16, n. 1, p. 305–311, 8 fev. 2012.
- BEWICK, G. S.; BANKS, R. W. Mechanotransduction in the muscle spindle. **Pflügers Archiv - European Journal of Physiology**, v. 467, n. 1, p. 175–190, 3 jan. 2015.
- BOONSTRA, A. M. *et al.* Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 31, n. 2, p. 165–169, jun. 2008.
- BUDZYNSKI, T. H. *et al.* EMG biofeedback and tension headache: a controlled outcome study. **Psychosomatic medicine**, v. 35, n. 6, p. 484–96, 1973.
- BUDZYNSKI, T. H.; STOYVA, J. M. An instrument for producing deep muscle relaxation by means of analog information feedback¹. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 2, n. 4, p. 1311072, 1 dez. 1969.
- CASTELNUOVO, G. *et al.* Psychological Treatments and Psychotherapies in the Neurorehabilitation of Pain: Evidences and Recommendations from the Italian Consensus Conference on Pain in Neurorehabilitation. **Frontiers in psychology**, v. 7, p. 115, 2016.
- CIOFFI, I. *et al.* Frequency of daytime tooth clenching episodes in individuals affected by masticatory muscle pain and pain-free controls during standardized ability tasks. **Clinical oral investigations**, 9 jun. 2016.
- CLARK, G. T.; RAM, S. Four Oral Motor Disorders: Bruxism, Dystonia, Dyskinesia and Drug-Induced Dystonic Extrapyrarnidal Reactions. **Dental Clinics of North America**, v. 51, n. 1, p. 225–243, jan. 2007.
- CRIADO, L. *et al.* Electromyographic biofeedback training for reducing muscle pain and tension on masseter and temporal muscles: A pilot study. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 8, n. 5, p. e571–e576, dez. 2016.
- DOĞAN-ASLAN, M. *et al.* The effect of electromyographic biofeedback treatment in improving upper extremity functioning of patients with hemiplegic stroke. **Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association**, v. 21, n. 3, p. 187–92, abr. 2012.

ELLA, B. *et al.* Bruxism in Movement Disorders: A Comprehensive Review. **Journal of Prosthodontics**, 14 abr. 2016.

FERNANDES, G. *et al.* Factors associated with temporomandibular disorders pain in adolescents. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 42, n. 2, p. 113–119, fev. 2015.

GLOMBIEWSKI, J. A.; BERNARDY, K.; HÄUSER, W. Efficacy of EMG- and EEG-Biofeedback in Fibromyalgia Syndrome: A Meta-Analysis and a Systematic Review of Randomized Controlled Trials. **Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM**, v. 2013, p. 962741, 2013.

GOLDSTEIN, R. E.; AUCLAIR CLARK, W. The clinical management of awake bruxism. **The Journal of the American Dental Association**, v. 148, n. 6, p. 387–391, jun. 2017.

GROOTEL, R. J. VAN *et al.* Towards an optimal therapy strategy for myogenous TMD, physiotherapy compared with occlusal splint therapy in an RCT with therapy-and-patient-specific treatment durations. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 18, n. 1, p. 76, 10 dez. 2017.

HOSOYA, H. *et al.* Relationship between sleep bruxism and sleep respiratory events in patients with obstructive sleep apnea syndrome. **Sleep and Breathing**, v. 18, n. 4, p. 837–844, 14 dez. 2014.

IIDA, T. *et al.* Influence of visual feedback on force–EMG curves from spinally innervated versus trigeminally innervated muscles. **Archives of Oral Biology**, v. 58, n. 3, p. 331–339, mar. 2013.

KOS, A.; TOMAŽIČ, S.; UMEK, A. Suitability of Smartphone Inertial Sensors for Real-Time Biofeedback Applications. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 16, n. 3, p. 301, 27 fev. 2016.

KOSTRZEWA-JANICKA, J. *et al.* Sleep-Related Breathing Disorders and Bruxism. *In: Advances in experimental medicine and biology*. [s.l.: s.n.]. v. 873p. 9–14.

KROPOTOV, I. D. (ÎURIÎ D. **Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy**. [s.l.] Elsevier/Academic, 2009.

LAVIGNE, G. J. *et al.* Neurobiological mechanisms involved in sleep bruxism. **Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American**

Association of Oral Biologists, v. 14, n. 1, p. 30–46, 2003.

LAVIGNE, G. J. *et al.* Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians.

Journal of Oral Rehabilitation, v. 35, n. 7, p. 476–494, jul. 2008.

LOUCA JOUNGER, S. *et al.* Increased levels of intramuscular cytokines in patients with jaw muscle pain. **The Journal of Headache and Pain**, v. 18, n. 1, p. 30, 27 dez. 2017.

LUCA, C. J. DE. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–163, 1 maio 1997.

MANFREDINI, D. *et al.* Epidemiology of bruxism in adults: a systematic review of the literature. **Journal of orofacial pain**, v. 27, n. 2, p. 99–110, 2013.

MURALI, R. V; RANGARAJAN, P.; MOUNISSAMY, A. Bruxism: Conceptual discussion and review. **Journal of pharmacy & bioallied sciences**, v. 7, n. Suppl 1, p. S265-70, abr. 2015.

MUZALEV, K. *et al.* Interepisode Sleep Bruxism Intervals and Myofascial Face Pain. **Sleep**, 6 maio 2017.

NESTORIUC, Y.; RIEF, W.; MARTIN, A. Meta-analysis of biofeedback for tension-type headache: Efficacy, specificity, and treatment moderators. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 76, n. 3, p. 379–396, jun. 2008.

NYQUIST, H. Certain Topics in Telegraph Transmission Theory. **Transactions of the American Institute of Electrical Engineers**, v. 47, n. 2, p. 617–644, abr. 1928.

PERSAUD, R. *et al.* An evidence-based review of botulinum toxin (Botox) applications in non-cosmetic head and neck conditions. **JRSM Short Reports**, v. 4, n. 2, p. 1–9, fev. 2013.

PIETROSIMONE, B. *et al.* Immediate increases in quadriceps corticomotor excitability during an electromyography biofeedback intervention. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 25, n. 2, p. 316–22, abr. 2015.

PINHO, J. C. *et al.* Electromyographic activity in patients with temporomandibular disorders. **Journal of oral rehabilitation**, v. 27, n. 11, p. 985–90, nov. 2000.

RAINOLDI, A.; MELCHIORRI, G.; CARUSO, I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 134, n. 1, p. 37–43, mar. 2004.

RAINS, J. C. Change Mechanisms in EMG Biofeedback Training: Cognitive Changes Underlying Improvements in Tension Headache. **Headache: The Journal of Head and Face Pain**, v. 48, n. 5, p. 735–736, 1 maio 2008.

RO, J. Y.; CAPRA, N. F. Modulation of jaw muscle spindle afferent activity following intramuscular injections with hypertonic saline. **Pain**, v. 92, n. 1–2, p. 117–27, maio 2001.

ROSSETTI, L. M. N. *et al.* Association between rhythmic masticatory muscle activity during sleep and masticatory myofascial pain: a polysomnographic study. **Journal of orofacial pain**, v. 22, n. 3, p. 190–200, 2008.

SHIMADA, A.; HARA, S.; SVENSSON, P. Effect of experimental jaw muscle pain on EMG activity and bite force distribution at different level of clenching. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 40, n. 11, p. 826–833, nov. 2013.

SIELSKI, R.; RIEF, W.; GLOMBIEWSKI, J. A. Efficacy of Biofeedback in Chronic back Pain: a Meta-Analysis. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 24, n. 1, p. 25–41, 15 fev. 2017.

SIERWALD, I. *et al.* Association of temporomandibular disorder pain with awake and sleep bruxism in adults. **Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie**, v. 76, n. 4, p. 305–317, 1 jul. 2015.

SOLBERG, W. K.; RUGH, J. D. The Use of Biofeedback Devices in the Treatment of Bruxism. In: **Mind/Body Integration**. Boston, MA: Springer US, 1979. p. 553–556.

STREHL, U. *et al.* Sustained reduction of seizures in patients with intractable epilepsy after self-regulation training of slow cortical potentials - 10 years after. **Frontiers in human neuroscience**, v. 8, p. 604, jan. 2014.

STUGINSKI-BARBOSA, J. *et al.* Diagnostic validity of the use of a portable single-channel electromyography device for sleep bruxism. **Sleep and Breathing** STUGINSKI-BARBOSA, Juliana e colab. **Diagnostic validity of the use of a portable single-channel**

electromyography device for sleep bruxism. Sleep and Breathing, v. 20, n. 2, p. 695–702, 2 Maio 2016., v. 20, n. 2, p. 695–702, 2 maio 2016.

SUPUK, T.; SKELIN, A.; CIC, M. Design, Development and Testing of a Low-Cost sEMG System and Its Use in Recording Muscle Activity in Human Gait. **Sensors**, v. 14, n. 5, p. 8235–8258, 7 maio 2014.

TAVARES, L. M. F. *et al.* Cross-sectional study of anxiety symptoms and self-report of awake and sleep bruxism in female TMD patients. **CRANIO®**, v. 34, n. 6, p. 378–381, 20 nov. 2016.

TESTA, M.; ROLANDO, M.; ROATTA, S. Control of jaw-clenching forces in dentate subjects. **Journal of orofacial pain**, v. 25, n. 3, p. 250–60, 2011.

WATANABE, A. *et al.* Effect of electromyogram biofeedback on daytime clenching behavior in subjects with masticatory muscle pain. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 55, n. 2, p. 75–81, abr. 2011.

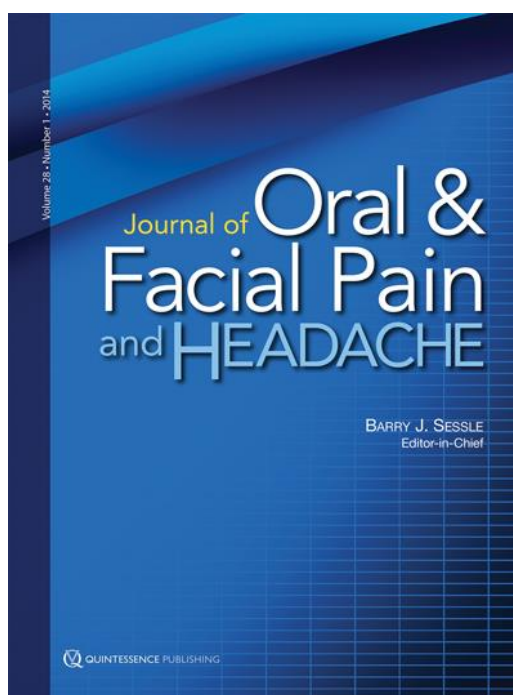
WIESELMANN-PENKNER, K. *et al.* A comparison of the muscular relaxation effect of TENS and EMG-biofeedback in patients with bruxism. **Journal of oral rehabilitation**, v. 28, n. 9, p. 849–53, set. 2001.

WOTTAWA, C. *et al.* Applications of tactile feedback in medicine. **Studies in health technology and informatics**, v. 163, p. 703–9, 2011.

**APÊNDICE A - ARTIGO ORIGINAL – BIOFEEDBACK POR ELETROMIOGRAFIA
NO CONTROLE DO BRUXISMO EM VIGÍLIA ASSOCIADO OU NÃO À MIALGIA**

**CONTROL OF AWAKE BRUXISM RELATED TO MIALGIA
WITH EMG BIOFEEDBACK**

- **ARTIGO A SER SUBMETIDO AO PERIÓDICO:** *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*
- **FATOR DE IMPACTO:**3.794
- **CAPES:** A2 para a área “Medicina II”



CONTROL OF AWAKE BRUXISM RELATED TO MIALGIA WITH EMG BIOFEEDBACK

Ubirakitan Maciel Monteiro^{a,b}; Ana Paula Silva de Oliveira^{a, c}; Diogo dos Santos Jardim^{a,d};
Marcelo Cairrão Araujo Rodrigues^{a,b,c*}

a.Group of Neurodynamics, Department of Physiology and Pharmacology, Center of Biological Sciences, Federal University of Pernambuco, Brasil

b.Postgraduation in Neuropsychiatry and Behavioral Sciences, Center of Biological Sciences, Federal University of Pernambuco, Brasil.

c.Postgraduation in Biomedical Engineering, Center of Technology and Geosciences Federal University of Pernambuco, Brasil

d. Postgraduation in Electrical Engineering, Center of Technology and Geosciences Federal University of Pernambuco, Brasil

* Corresponding author

Dr. Marcelo Cairrão Araujo Rodrigues

Department of Physiology and Pharmacology, Center of Biological Sciences

Federal University of Pernambuco

Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária,

Recife, Pernambuco, CEP: 50670-901, Brasil

Fone: +55 81 994936851

e-mail: marcelo.carodrigues@ufpe.br

skype: marcelo.c.a.rodrigues

website: www.ufpe.br/neurodinamica

ABSTRACT:

INTRODUCTION: Awake Bruxism is a parafunctional behavior that can lead to both increased muscle tension and the appearance of myalgia in masticatory muscles. Electromyographic biofeedback is a technique with potential to reduce these symptoms, but is not yet known if participants with or not myalgia shows differences in clinical and electrophysiological evolution before, during and after training. **MATERIALS AND METHODS:** Twenty-two patients with clinical diagnosis of Awake bruxism were divided into two groups of participants: with myofascial pain (experimental group, $n = 15$) and without pain (control group, $n = 8$). All participants were submitted to five training sessions, each lasting twenty minutes. In addition, the pain perception was evaluated before and after treatment with Visual analogue scale (VAS) for pain. **RESULTS:** The experimental group had higher EVA scores before the treatment ($p < 0,0001$) and also higher resting electrical muscle power in anterior temporalis muscle at the first treatment session ($p < 0,01$) compared to group Control. At the end of the intervention, there was not significant differences between both groups in EVA and at resting electrical muscle power between the groups. **CONCLUSION:** These results demonstrated that EMG biofeedback is able to reduce resting muscle tension and pain in people with Bruxism. This study also presents a first evidence that myalgia is related to increased resting muscle tension in this population.

KEY-WORDS: Awake bruxism, Biofeedback, pain, muscle relaxation and electromyography.

1. INTRODUCTION

Bruxism is a central nervous system pathology characterized by involuntary temporomandibular joint movements that may occur during sleep or during wakefulness (LAVIGNE et al., 2008). These habits are being classified in two subtypes due to differences in symptoms and etiological basis: sleep bruxism and awake bruxism.

The etiology of daytime events is also poorly understood, but a basis for the occurrence of the episodes seems to be related to extrapyramidal motor hyperactivity in the basal nuclei (ELLA et al., 2016). Problems in this system can be triggered by emotional factors and can exacerbate these involuntary movements (CLARK and RAM, 2007).

These episodes can occur for a long time during a day and can be characterized by rhythmic tooth bits, by clenching of superior and inferior dental arches, by bites in the internal region of the mouth or by latero-lateral movements of the mandible (LAVIGNE et al., 2008). These movements are a risk factor to myalgia and to temporomandibular dysfunction (MUZALEV et al., 2017).

The nociceptors of the chewing muscles are activated in painful situations and significantly affect the proprioceptive properties, and consequently reducing their processing in the central nervous system (RO and CAPRA, 2001; SHIMADA et al., 2013). For this reason instruments that graphically shows muscular activity can optimize this learned and allow patients to acquire advanced levels of relaxation

EMG Biofeedback is a established technique in the treatment of fibromyalgia (GLOMBIEWSKI et al, 2013), temporomandibular disorders (CRIADO et al, 2016) and chronic back pain (SIELSKI et al, 2017). Patients with clinical diagnosis of Awake bruxism were able to reduce the amount of parafunctional movements after this type of etraining (WATANABE et al., 2011).

However, it is not yet known whether people with awake bruxism associated with myalgia respond differently to treatment with EMG Biofeedback compared to participants without muscle pain. The hypothesis of this study is that participants with muscle pain will have high levels of muscle activity at rest before treatment, and that they will be able to reduce this activity to similar levels in relation to the painless group after training.

2. MATERIALS & METHODS

This study was a controlled comparative clinical trial. Two populations with different clinical diagnoses were submitted to the same type of intervention and clinical evaluation.

Twenty-five adult participants of both sexes with clinical diagnosis of Awake bruxism were recruited for convenience in a dentistry service. Participants signed the Free and Informed Consent Term of the Federal University of Pernambuco (Brazil) Ethics and Research Committee (Resolution No. 466/12), approved under the number: CAAE: 65515417.1.0000.5208.

The inclusion criteria were: ages between 18 and 60 years, both sexes and with self-report of parafunctional jaw movements. Exclusion criteria were the history of cranioencephalic trauma, diagnosis of degenerative neurological diseases and the diagnosis of cerebral vascular accidents, open lesions in the anterior temporal region, severe visual and / or auditory changes, application of botulinum toxin in the last six months in the jaw elevator muscles, and participation in other concomitant rehabilitation treatments or in the last month.

All steps were performed with the participants sitting in a comfortable armchair, with guidelines for uncrossing the legs, to relax the shoulders, to separate upper and lower dental arches, to keep the back erect and to keep the shoulders rotating externally and the forearms in supination. In addition, a computer monitor used was positioned at eye level to avoid inappropriate postures of flexion or extension of the head. The selected participants were submitted to clinical evaluations through the application of the Visual Analog Scale to measure pain perception in the head region and palpation of trigger points at temporal and masseter muscles. Participants who obtained the following criteria were selected for the experimental group:

- Moderate pain or intent to palpate with intensity of 1Kg / cm² in anterior portion of the temporalis muscle and / or in the masseter muscle
- Score greater than three in the Visual Analogue Scale for pain in the head region
- Reporting of chronic pain (more than six months)
- Clinical diagnosis of Myalgia according to the criteria of the Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC-TMD)

The lasting participants were included in the control group. Subsequently, participants of both groups performed five EMG Biofeedback sessions for 30 minutes each and performed at a frequency of once per week.

All participants were assessed before starting and after the training through Visual Analogue Pain Scale (VAS). This instrument aims to measure the pain symptomatology

reported by the participants. The participants will be questioned as to his degree of spontaneous pain in head region, where 0 means total absence of pain and 10 the maximum pain level that the patient can tolerate (BOONSTRA et al., 2008)

The electrical activity of the anterior portion of the temporal muscle was monitored during the five training sessions. The muscular electrical power of each session was calculated by averaging these values in time. Participants were instructed to remain at rest, avoiding movements with the jaw and seeking to achieve greater relaxation of the muscles. Participants were instructed to normally swallow the saliva and to ignore the signal rising with this movement.

Before starting the collections, participants underwent a skin asepsis with cotton and alcohol gel on the surface of the muscle. This procedure was carried out to reducing electrical impedance of the participants in relation with the device. Then, the sensors were positioned unilaterally, according to the following criteria:

1. Side with more pain on palpation; If it is not possible to determine:
2. Side with greater displacement of the mandibular condyle in the palpation during movements of opening and closing of the mouth.

The EMG electrodes were connected to Myobox portable electromyography amplifier (neuroUP, Brazil), and the signals were converted to digital signal at a sampling rate of 1,000 Hz and 10 bits of resolution. After the signals were delivered to the computer by Bluetooth 3.0 protocol.

Before the beginning of the collection, participants were instructed to "grind their teeth" (maximum habitual intercuspation) in a gentle way to confirm the positioning of the electrode in the anterior portion of the temporal muscle. This verification was performed through visual inspection of the Electromyography tracing and through a signal quality measurement algorithm in the Bodyfeedback software (neuroUP, Brazil).

The electrical resting power was obtained through the mean of the electrical signal obtained in each of the five training sessions with EMG Biofeedback. These signals were processed through Butterworth-type bandpass filter (30 Hz -500 Hz) and by a notch filter (60 Hz). These signals were converted in real time to Root Mean Square (RMS) notation.

The training sessions were performed with participants sitting by one meter away from a monitor with the Bodyfeedback software with the Maestro application (neuroUP, Brazil) that shows graphically the electrical signals processed in RMS. All participants received two

simultaneous feedback modalities through visual and auditory pathways:

A) Visual feedback:

Participants observed a dynamic line chart with Y-axis displacement according to muscle leve activity. The goal was to reduce the value of the graph to bring it closer to the lower limit of the screen.

The background scene shifted to the left to create the feeling that the screen goals were in motion, and each part of the image ran across the screen for ten seconds. The Y-axis scale has been automatically modified to maintain the appropriate zoom level in accordance with the RMS values. The screen adjusted every time the average of the last five seconds of the RMS was 150% higher or lower than the average of the previous five seconds.

The researchers also determine thresholds (targets), which were represented with a parallel line on the screen (Figure 1). The gols was to remain below to this mark. The thresholds were modified dynamically, maintaining values approximately 10% above the momentary RMS of the participants. The goal of keeping the thresholds slightly higher was to reduce hypervigilance and not generate a tension increase during the session.

B) Auditory feedback:

At the same time participants heard piano tones that varied in rhythm (number of tones per second) and in sound frequency (variations between bass and high notes, following the C major scale) according to the level of electric activation. The goal was to make the sound playslow-tones and to reduce their pace, that is, to make them slower. The auditory feedback was automatically turned off when participants reached values below the proposed threshold.

The statistical program used to obtain the statistical calculations was Graphpad Prisma 7.0. The significance level of the statistical tests was 5%. The comparisons of muscular electrical power between the sessions were performed with One-way Anova tests with multiple comparisons (Turley test).

A correlation analysis between EVA and resting RMS on the first day of training (20 minutes) was also performed using the Spearman Correlation Coefficient, with a significance level of 5%.

3. RESULTS

Twenty-five participants started the experimente and three of them were excluded from the

sample due to scheduling incompatibility. No participant was excluded from sample due to side effects resulting from procedures.

The experimental group presented a higher score of pain symptomatology in VAS on the first day of the intervention (Figure 2b, MD = 4.83, CI = 2.51 to 7.15) and high resting RMS activity (Figure 3a, MD = 4.55, CI = 1.05 to 8.05) compared to control group. There was a positive correlation between EVA and resting RMS of all participants on the first day of the procedure (p-value = 0.002; Spearman $r = 0.62$).

After training, there was no significant EVA difference between groups (Figure 2b; MD: 1.87; CI: -0.44 to 4.19) and in resting RMS in the fifth session (Figure 3c; MD: 1.29, CI: -2.21 to 4.79).

Significant reductions of resting RMS occurred between the first and all following sessions at experimental group (Figure 4a). The largest sequential reduction was between the first training session, with a mean reduction of 37.42% (Figure 4a, p-value 0.0019). After training, the mean of EVA score significantly reduced compared at experimental group compared to the initial evaluation (Figure 4b; DM = 3.12; CI = 1.42 to 4.83), but this reduction was not found in the control group (Figure 4b, MD = 0.17, CI = -2.63 to 2.96).

4. DISCUSSION

This research project presented the first evidence that participants with awake bruxism associated myalgia present high values of resting muscular tension in relation to participants without related pain. This relationship between initial tension level and painful symptomatology was also evidenced in a study in which patients with orofacial pain presented high values of muscle contraction at rest when compared to healthy participants (PINHO et al., 2000).

In addition, this research also performed a temporal analysis of the progression of electrical activity during the sessions and of the pain symptomatology before and after the training. The approximation tendency between the groups can be interpreted as an indicator of the effectiveness of the technique in patients with pain.

Similar finds were showed at the first Biofeedback study applied to muscle relaxation (BUDZYNSKI, Thomas H. and STOYVA, 1969), this study evidenced a successive reduction of the most pronounced tension between the first and second sessions. Another study also demonstrated that the reduction of masticatory muscle activity was noted after the second Biofeedback session (CRIADO et al., 2016)

A possible reason for these results is that on the first day of training the participants become

aware of the need to increase the opening of the mouth. This positioning of increased angle of the temporomandibular joint allows a reduction of the tension of the jaw lift muscles. However, after reaching this posture, participants had to progressively reduce muscle activity through relaxation and this task requires greater cognitive efforts.

The results of this study indicate that EMG Biofeedback is a safe and well tolerated technique with potential to reduce and the level of muscle tension and pain perception in patients with myalgia associated with bruxism in wakefulness. These participants had a significant reduction in the level of resting muscle activity, and this finding was accompanied by a reduction in pain perception in the experimental group.

Success in significantly reducing muscle tension can be explained in part by findings from a study that found that providing muscle feedback improves control over muscles innervated by the trigeminal nerve, which does not happen with muscles innervated through the spinal column (IIDA et al., 2013). Basically, by providing feedback on the activity of head muscles, we improve performance and accelerate learning about its function. In addition, coordination of the masticatory muscles tends to increase with the progression of training sessions (TESTA and colab., 2011).

Another factor that may have contributed to the success of the trainings was the choice of modalities and the dynamics of feedback presentations. Visual training is associated with greater cognitive demand than the auditory modalities (KOS and colab., 2016); in addition, it requires the maintenance of a state of high attention to screen stimuli, which may hinder relaxation. The visual application was designed by predominantly cold colors and with neutral themes, which may have facilitated the relaxation

Complementarily, combining with auditory feedback tended to make the sessions more dynamic and lessen the requirement to maintain active visual attention throughout the training. Future studies will be able to demonstrate if this approach is more effective than the use of these isolated modalities and with different types of presentations. Another perspective is the use of p tactile feedback, which can be used with wearable vibrating devices, such as wristbands (WOTTAWA et al., 2011).

Another resource used was the threshold,. This graphic element generated additional information regarding the performance of the participants during the training. In addition to visualizing RMS values, participants were also told whether they were above the proposed threshold, indicative of error, or if they were below the line, indicating the correct state. One study demonstrated that performance information during training increased the clinical outcomes of patients with Tension-Treated Bleeding treated with Biofeedback by

Electromyography (RAINS, 2008).

EMG Biofeedback is an active training so this can increase the galvanic response of skin galvanic response that is related to increased emotional stress (WIESELMANN-PENKNER et al., 2001). Therefore, we believe that the strategy of maintaining the threshold 10% above the patients' moment value was an effective approach to reducing anxiety during training. Future studies may confirm whether this approach is more effective than using the threshold lower than the momentary RMS values as a way to stimulate increased performance.

Future studies may also include a control group with Sham characteristics to control the placebo factor, or a control group that performs relaxation techniques without Biofeedback. In addition, the design of this study also did not allow an analysis of the influence of clinical advice on parafunctional habits in the results, since both groups were treated with the same Biofeedback technique.

EMG Biofeedback is a technique with potential to reduce both anxiety and medication use in patients with Tension Headache (NESTORIUC and colab., 2008) and to reduce functional movements in participants with awake bruxism (WATANABE et al. 2011). Therefore future studies evaluate these variables with the inclusion of clinical scales of psychological assessment and with the physiological measurement of parameters such as galvanic skin response, cardiac variability and the index of frontal asymmetry of alpha to test emotional valence.

This study provided basic insights about the applicability of the Biofeedback technique in participants with Bruxism in waking associated with or not with myofascial pain. An authors conclusion is that Biofeedback should only be used in participants without pain if the goal is to reduce the parafunctional habits, since the level of muscle tension of these participants is already low.

These findings may be useful for the future creation of Biofeedback interfaces technologies and for the design of randomized clinical trials that focus on the optimization of the methodology of application of this technique.

5. ACKNOWLEDGMENTS

The authors thanks for Brazilian Ministry of Science, Technology and Innovation and National Council for Scientific and Technological Development for the grants to this research project.

6. FIGURES

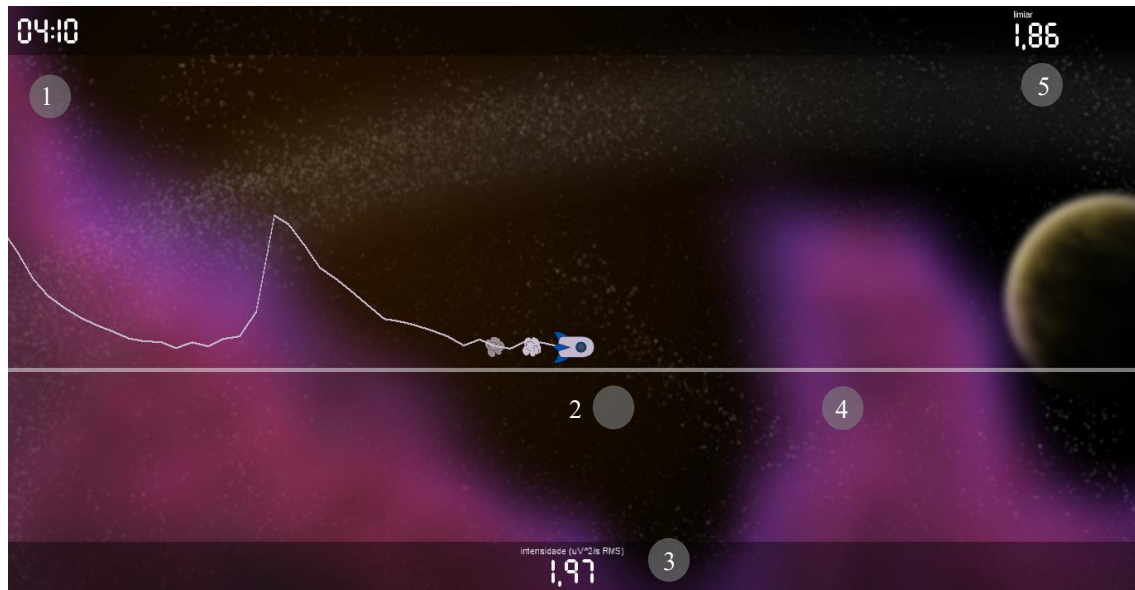


Figure 1. Graphic elements of visual feedback. 1) Timer with session duration; 2) Spacecraft element that varies in the Y axis according to the RMS signal; 3) RMS signal strength value 4) Threshold represented by a horizontal white line; 5) corresponding threshold value.

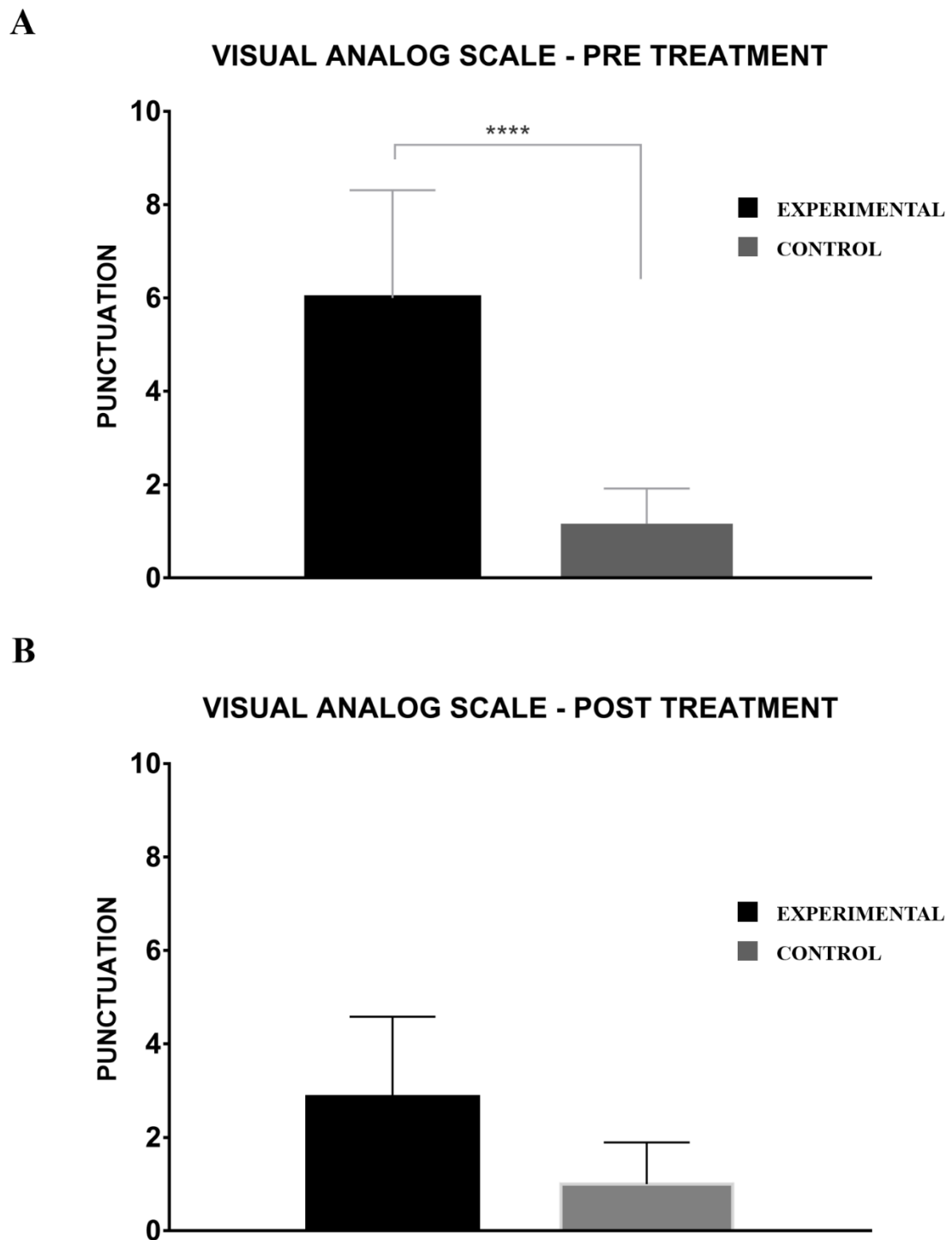


Figure 2. Comparisons of VAS between groups before and after training. A) EVA before training in both groups; B) EVA at the end of training in both groups. Note that the experimental group had significantly higher EVA scores in the initial evaluation than in the control group, and the values between the groups tended to equalize in the final evaluation ($p > 0.05$). One-way ANOVA with Tukey test of multiple comparisons; * = $P < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$; **** = $p < 0.0001$.

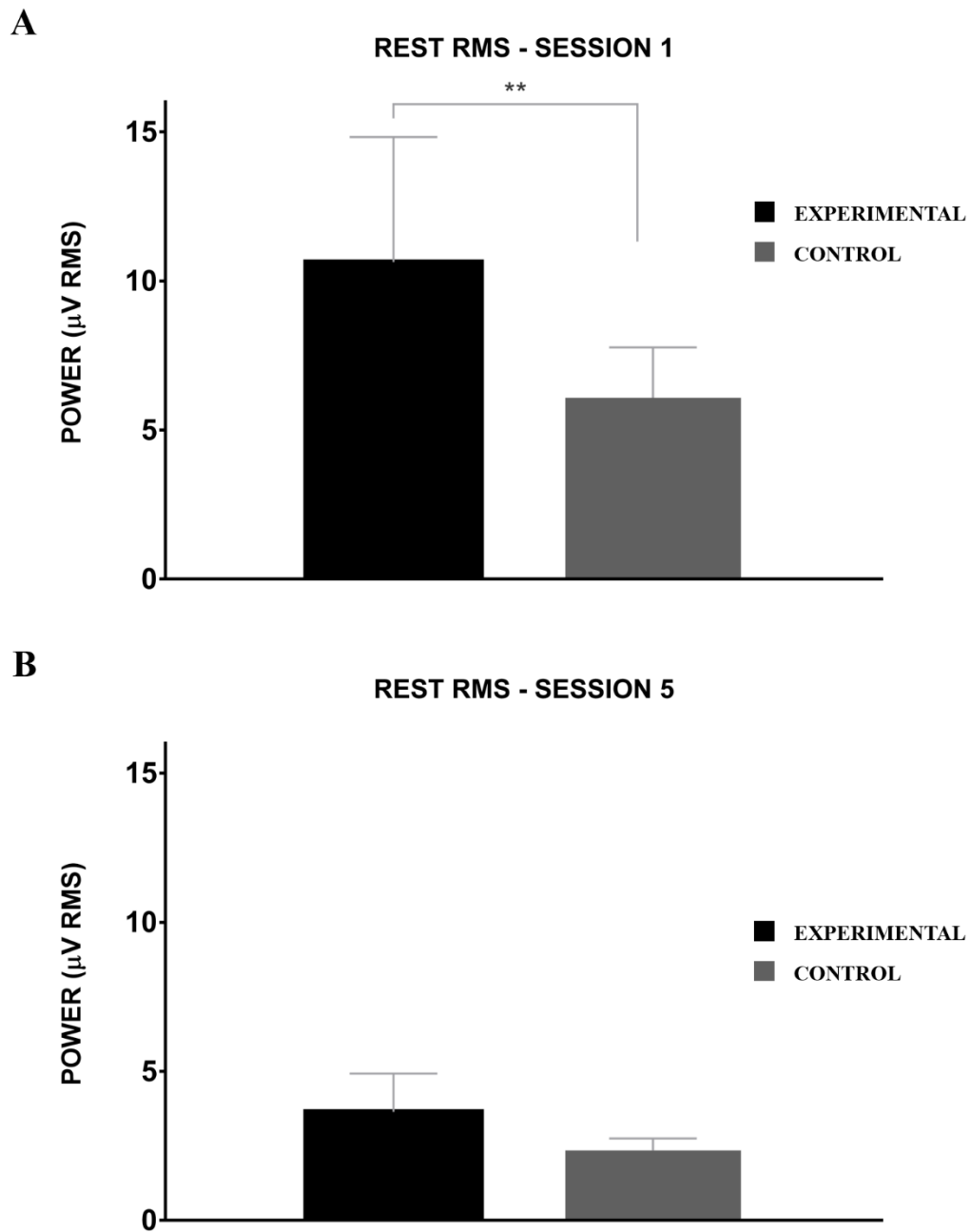


Figure 3. Comparison of resting RMS between groups on the first and fifth day of training. A) resting RMS on the first day of training in both groups; B) rest RMS on the fifth day of training in both groups. Note that the experimental group had significantly higher RMS scores in the initial evaluation than in the control group, and the values between groups tended to equalize in the final evaluation ($p > 0.05$). One-way ANOVA with Tukey test of multiple comparisons; * = $P < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$; **** = $p < 0.0001$.

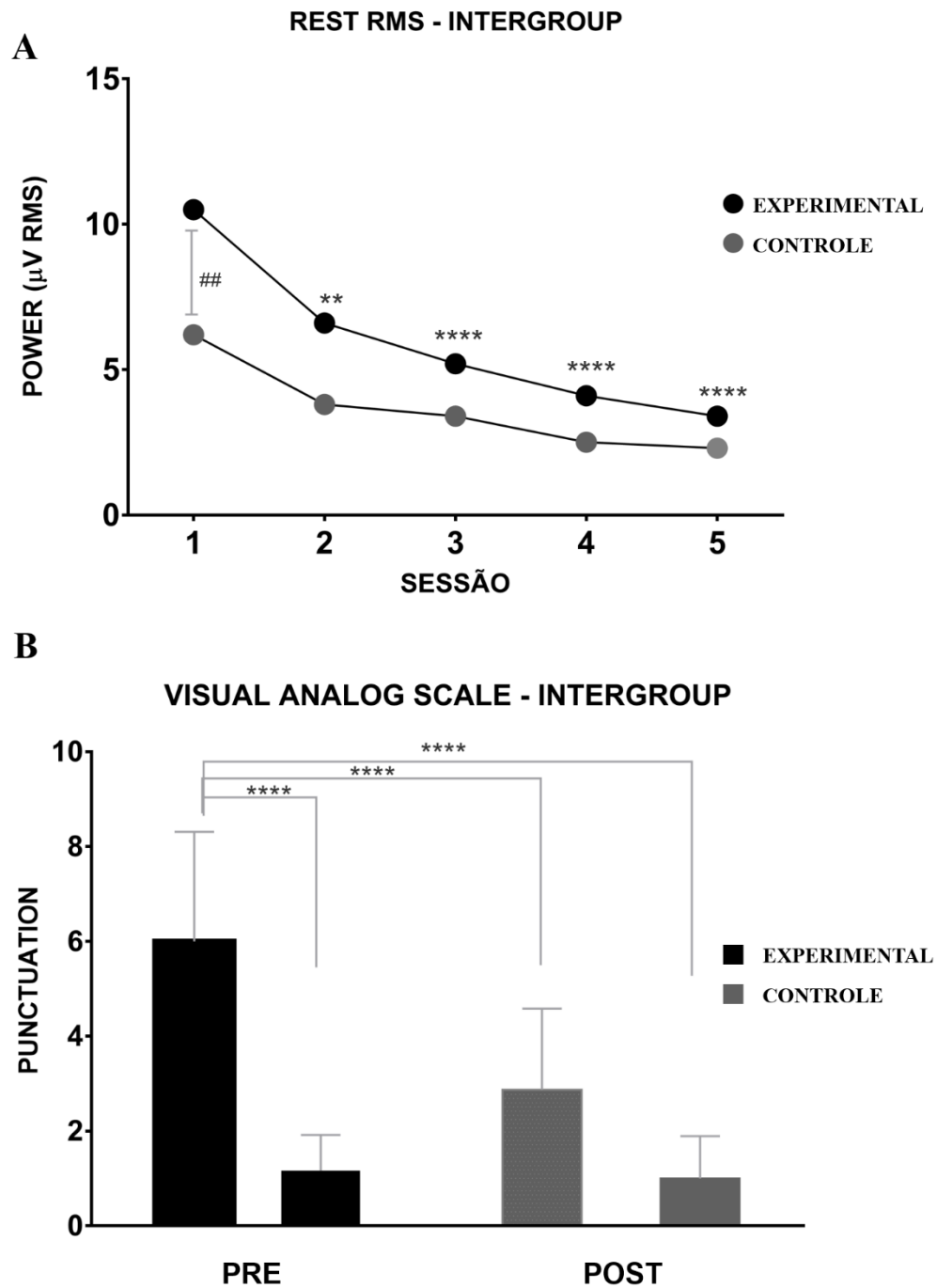


Figure 4. Intergroup comparisons of EVA and resting RMS. A) Resting muscular power of experimental groups (black circles) and control (gray circles). Note that the values of the experimental group were significantly higher in relation to the control group; B) Visual analogue scale for experimental group pain (black bars) and control (gray bars). Note that the experimental group had significantly higher scores in the initial evaluation than in the control group, and the values between the groups tended to equalize in the final evaluation ($p > 0.05$). One-way ANOVA with Tukey test of multiple comparisons; #: Comparing the RMS of the first session between groups; ##: $p < 0.01$; *: Comparisons between the first and subsequent sessions in each group; * = $P < 0.05$; ** = $p < 0.01$; *** = $p < 0.001$; **** = $p < 0.0001$.

7. ABBREVIATIONS

CI - Confidence interval

EMG - Electromyography

MD – Mean difference

VAS - Analog Visual Scale

RDC-TMD - Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders

RMS - Root mean square

TENS - Transcutaneous electrical nerve stimulation

REFERENCES

AMIR, I.; HERMESH, H.; GAVISH, A. Bruxism secondary to antipsychotic drug exposure: a positive response to propranolol. **Clinical neuropharmacology**, v. 20, n. 1, p. 86–9, fev. 1997.

BAYAR, G. R.; TUTUNCU, R.; ACIKEL, C. Psychopathological profile of patients with different forms of bruxism. **Clinical Oral Investigations**, v. 16, n. 1, p. 305–311, 8 fev. 2012.

BEWICK, G. S.; BANKS, R. W. Mechanotransduction in the muscle spindle. **Pflügers Archiv - European Journal of Physiology**, v. 467, n. 1, p. 175–190, 3 jan. 2015.

BOONSTRA, A. M. *et al.* Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 31, n. 2, p. 165–169, jun. 2008.

BUDZYNSKI, T. H. *et al.* EMG biofeedback and tension headache: a controlled outcome study. **Psychosomatic medicine**, v. 35, n. 6, p. 484–96, 1973.

BUDZYNSKI, T. H.; STOYVA, J. M. An instrument for producing deep muscle relaxation by means of analog information feedback¹. **Journal of Applied Behavior Analysis**, v. 2, n. 4, p. 1311072, 1 dez. 1969.

CASTELNUOVO, G. *et al.* Psychological Treatments and Psychotherapies in the

Neurorehabilitation of Pain: Evidences and Recommendations from the Italian Consensus Conference on Pain in Neurorehabilitation. **Frontiers in psychology**, v. 7, p. 115, 2016.

CIOFFI, I. *et al.* Frequency of daytime tooth clenching episodes in individuals affected by masticatory muscle pain and pain-free controls during standardized ability tasks. **Clinical oral investigations**, 9 jun. 2016.

CLARK, G. T.; RAM, S. Four Oral Motor Disorders: Bruxism, Dystonia, Dyskinesia and Drug-Induced Dystonic Extrapyrarnidal Reactions. **Dental Clinics of North America**, v. 51, n. 1, p. 225–243, jan. 2007.

CRIADO, L. *et al.* Electromyographic biofeedback training for reducing muscle pain and tension on masseter and temporal muscles: A pilot study. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 8, n. 5, p. e571–e576, dez. 2016.

DOĞAN-ASLAN, M. *et al.* The effect of electromyographic biofeedback treatment in improving upper extremity functioning of patients with hemiplegic stroke. **Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association**, v. 21, n. 3, p. 187–92, abr. 2012.

ELLA, B. *et al.* Bruxism in Movement Disorders: A Comprehensive Review. **Journal of Prosthodontics**, 14 abr. 2016.

FERNANDES, G. *et al.* Factors associated with temporomandibular disorders pain in adolescents. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 42, n. 2, p. 113–119, fev. 2015.

GLOMBIEWSKI, J. A.; BERNARDY, K.; HÄUSER, W. Efficacy of EMG- and EEG-Biofeedback in Fibromyalgia Syndrome: A Meta-Analysis and a Systematic Review of Randomized Controlled Trials. **Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM**, v. 2013, p. 962741, 2013.

GOLDSTEIN, R. E.; AUCLAIR CLARK, W. The clinical management of awake bruxism. **The Journal of the American Dental Association**, v. 148, n. 6, p. 387–391, jun. 2017.

GROOTEL, R. J. VAN *et al.* Towards an optimal therapy strategy for myogenous TMD, physiotherapy compared with occlusal splint therapy in an RCT with therapy-and-patient-specific treatment durations. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 18, n. 1, p. 76, 10 dez.

2017.

HOSOYA, H. *et al.* Relationship between sleep bruxism and sleep respiratory events in patients with obstructive sleep apnea syndrome. **Sleep and Breathing**, v. 18, n. 4, p. 837–844, 14 dez. 2014.

IIDA, T. *et al.* Influence of visual feedback on force–EMG curves from spinally innervated versus trigeminally innervated muscles. **Archives of Oral Biology**, v. 58, n. 3, p. 331–339, mar. 2013.

KOS, A.; TOMAŽIČ, S.; UMEK, A. Suitability of Smartphone Inertial Sensors for Real-Time Biofeedback Applications. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 16, n. 3, p. 301, 27 fev. 2016.

KOSTRZEWA-JANICKA, J. *et al.* Sleep-Related Breathing Disorders and Bruxism. *In: Advances in experimental medicine and biology*. [s.l.: s.n.]. v. 873p. 9–14.

KROPOTOV, I. D. (IŮRIŮ D. **Quantitative EEG, event-related potentials and neurotherapy**. [s.l.] Elsevier/Academic, 2009.

LAVIGNE, G. J. *et al.* Neurobiological mechanisms involved in sleep bruxism. **Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists**, v. 14, n. 1, p. 30–46, 2003.

LAVIGNE, G. J. *et al.* Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 35, n. 7, p. 476–494, jul. 2008.

LOUCA JOUNGER, S. *et al.* Increased levels of intramuscular cytokines in patients with jaw muscle pain. **The Journal of Headache and Pain**, v. 18, n. 1, p. 30, 27 dez. 2017.

LUCA, C. J. DE. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–163, 1 maio 1997.

MANFREDINI, D. *et al.* Epidemiology of bruxism in adults: a systematic review of the literature. **Journal of orofacial pain**, v. 27, n. 2, p. 99–110, 2013.

MURALI, R. V; RANGARAJAN, P.; MOUNISSAMY, A. Bruxism: Conceptual discussion and review. **Journal of pharmacy & bioallied sciences**, v. 7, n. Suppl 1, p. S265-70, abr. 2015.

- MUZALEV, K. *et al.* Interepisode Sleep Bruxism Intervals and Myofascial Face Pain. **Sleep**, 6 maio 2017.
- NESTORIUC, Y.; RIEF, W.; MARTIN, A. Meta-analysis of biofeedback for tension-type headache: Efficacy, specificity, and treatment moderators. **Journal of Consulting and Clinical Psychology**, v. 76, n. 3, p. 379–396, jun. 2008.
- NYQUIST, H. Certain Topics in Telegraph Transmission Theory. **Transactions of the American Institute of Electrical Engineers**, v. 47, n. 2, p. 617–644, abr. 1928.
- PERSAUD, R. *et al.* An evidence-based review of botulinum toxin (Botox) applications in non-cosmetic head and neck conditions. **JRSM Short Reports**, v. 4, n. 2, p. 1–9, fev. 2013.
- PIETROSIMONE, B. *et al.* Immediate increases in quadriceps corticomotor excitability during an electromyography biofeedback intervention. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 25, n. 2, p. 316–22, abr. 2015.
- PINHO, J. C. *et al.* Electromyographic activity in patients with temporomandibular disorders. **Journal of oral rehabilitation**, v. 27, n. 11, p. 985–90, nov. 2000.
- RAINOLDI, A.; MELCHIORRI, G.; CARUSO, I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. **Journal of Neuroscience Methods**, v. 134, n. 1, p. 37–43, mar. 2004.
- RAINS, J. C. Change Mechanisms in EMG Biofeedback Training: Cognitive Changes Underlying Improvements in Tension Headache. **Headache: The Journal of Head and Face Pain**, v. 48, n. 5, p. 735–736, 1 maio 2008.
- RO, J. Y.; CAPRA, N. F. Modulation of jaw muscle spindle afferent activity following intramuscular injections with hypertonic saline. **Pain**, v. 92, n. 1–2, p. 117–27, maio 2001.
- ROSSETTI, L. M. N. *et al.* Association between rhythmic masticatory muscle activity during sleep and masticatory myofascial pain: a polysomnographic study. **Journal of orofacial pain**, v. 22, n. 3, p. 190–200, 2008.
- SHIMADA, A.; HARA, S.; SVENSSON, P. Effect of experimental jaw muscle pain on EMG activity and bite force distribution at different level of clenching. **Journal of Oral**

Rehabilitation, v. 40, n. 11, p. 826–833, nov. 2013.

SIELSKI, R.; RIEF, W.; GLOMBIEWSKI, J. A. Efficacy of Biofeedback in Chronic back Pain: a Meta-Analysis. **International Journal of Behavioral Medicine**, v. 24, n. 1, p. 25–41, 15 fev. 2017.

SIERWALD, I. *et al.* Association of temporomandibular disorder pain with awake and sleep bruxism in adults. **Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie**, v. 76, n. 4, p. 305–317, 1 jul. 2015.

SOLBERG, W. K.; RUGH, J. D. The Use of Biofeedback Devices in the Treatment of Bruxism. In: **Mind/Body Integration**. Boston, MA: Springer US, 1979. p. 553–556.

STREHL, U. *et al.* Sustained reduction of seizures in patients with intractable epilepsy after self-regulation training of slow cortical potentials - 10 years after. **Frontiers in human neuroscience**, v. 8, p. 604, jan. 2014.

STUGINSKI-BARBOSA, J. *et al.* Diagnostic validity of the use of a portable single-channel electromyography device for sleep bruxism. **Sleep and Breathing** STUGINSKI-BARBOSA, Juliana e colab. **Diagnostic validity of the use of a portable single-channel electromyography device for sleep bruxism. Sleep and Breathing**, v. 20, n. 2, p. 695–702, 2 Maio 2016., v. 20, n. 2, p. 695–702, 2 maio 2016.

SUPUK, T.; SKELIN, A.; CIC, M. Design, Development and Testing of a Low-Cost sEMG System and Its Use in Recording Muscle Activity in Human Gait. **Sensors**, v. 14, n. 5, p. 8235–8258, 7 maio 2014.

TAVARES, L. M. F. *et al.* Cross-sectional study of anxiety symptoms and self-report of awake and sleep bruxism in female TMD patients. **CRANIO®**, v. 34, n. 6, p. 378–381, 20 nov. 2016.

TESTA, M.; ROLANDO, M.; ROATTA, S. Control of jaw-clenching forces in dentate subjects. **Journal of orofacial pain**, v. 25, n. 3, p. 250–60, 2011.

WATANABE, A. *et al.* Effect of electromyogram biofeedback on daytime clenching behavior in subjects with masticatory muscle pain. **Journal of Prosthodontic Research**, v. 55, n. 2, p. 75–81, abr. 2011.

WIESELMANN-PENKNER, K. *et al.* A comparison of the muscular relaxation effect of

TENS and EMG-biofeedback in patients with bruxism. **Journal of oral rehabilitation**, v. 28, n. 9, p. 849–53, set. 2001.

WOTTAWA, C. *et al.* Applications of tactile feedback in medicine. **Studies in health technology and informatics**, v. 163, p. 703–9, 2011.

ANEXO A - ESCALA VISUAL ANALÓGICA – EVA



A Escala Visual Analógica – EVA consiste em auxiliar na aferição da intensidade da dor no paciente, é um instrumento importante para verificarmos a evolução do paciente durante o tratamento e mesmo a cada atendimento, de maneira mais fidedigna. Também é útil para podermos analisar se o tratamento está sendo efetivo, quais procedimentos têm surtido melhores resultados, assim como se há alguma deficiência no tratamento, de acordo com o grau de melhora ou piora da dor.

Para utilizar a EVA o atendente deve mostrar a Figura 1 ao participar e questionar sobre o grau de dor, sendo que **0** significa **ausência total de dor** e **10** o **maior nível de dor já sentido pelo participante**.

Dicas sobre como interrogar o paciente:

- Você tem dor?
- Como você classifica sua dor? (Deixe-o falar livremente, faça observações na pasta sobre o que ele falar)

Questione-o:

- a) Se não tiver dor, a classificação é **zero**.
- b) Se a dor for moderada, seu nível de referência é **cinco**.
- c) Se for intensa, seu nível de referência é **dez**.