

## PROPOSTA DE DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA DIAGNÓSTICO E BIO-FEEDBACK PARA O BRUXISMO

A.P.B.B. Arantes<sup>1\*</sup>, M.R.Azevedo<sup>2\*</sup>, S.R.J. Oliveira<sup>3\*</sup> e A.de Sá<sup>4\*</sup>

\*Universidade Federal de Uberlândia, Engenharia Biomédica, Uberlândia, Brasil.  
e-mail: anapbba@gmail.com

**Resumo:** O objetivo deste trabalho é divulgar um dispositivo portátil de EMG (eletromiografia) que coleta sinais de músculos mastigatório, como projeto de conclusão de curso de graduação em Engenharia Biomédica. O dispositivo foi estruturado com o objetivo de diagnosticar e ao mesmo tempo possibilitar a terapia do Bruxismo com um sistema simplificado de *Biofeedback* (sonoro, visual e vibracional), acoplado. O Bruxismo é uma parafunção, considerado um transtorno involuntário e inconsciente de movimento mandibular caracterizado por apertamento e ranger dos dentes. É uma hiperatividade dos músculos mastigatórios. Afeta em média 15 % da população mundial e está associado principalmente ao estresse e emoção. Ocorre em vigília e durante o sono. Ainda sem tratamento e sem etiologia definida, embora haja hipóteses etiológicas com forte implicação no sistema Nervoso Central. Terapias com abordagem odontológica e farmacológica têm sido utilizadas sem sucesso. O dispositivo foi testado como projeto piloto e obteve resultado positivo tanto com relação ao registro dos eventos musculares, quanto do sistema de *biofeedback*. A pretensão dos autores é de incrementar a linha de pesquisa com desenvolvimento tecnológico do dispositivo. Deverá ser testado em situação clínica com amostra significativa de sujeitos, ter suas dimensões reduzidas, com design que facilite o uso cotidiano e também desenvolver o sistema wireless.

Palavras-chave: Bruxismo, dispositivo portátil, EMG, diagnóstico, *biofeedback*.

**Abstract:** The aim of this study is to disclose a portable EMG (electromyography) that collects signals from masticatory muscles as a project conclusion of undergraduate degree in Biomedical Engineering. The device has been structured with the purpose of diagnosing and simultaneously enabling therapy for Bruxism with a coupled simplified system of *Biofeedback* (audible, visual and vibrational). Bruxism is a parafunction considered an involuntary and unconscious jaw movement disorder characterized by clenching and gnashing of teeth. It is a hyperactivity of the masticatory muscles. Affects roughly 15% of the world population and is mainly associated with stress and emotion. Occurs during wakefulness and sleep. Even without treatment and without defined etiology, although there are etiological hypotheses with strong involvement in the Central Nervous System. Dental therapies and pharmacological approach has been used without success. The device has been tested and got positive results both with respect to the recording of muscle events, as to the bio-

*feedback system. The authors' intention is to increase the line of research with technological development of the device. It should be tested in clinical situations, with a significant number of subjects, designed to have smaller size to facilitate daily use and also develop the wireless system.*

*Keywords: Bruxism, portable device, EMG, diagnosis, biofeedback.*

### Introdução

O ato de deglutição e mastigação são os únicos momentos em que os dentes devem estar em contato, porém essa não é a realidade para uma grande parcela da população que sofre com o distúrbio do Bruxismo. O Bruxismo é considerado uma desordem motora, de movimentos involuntários dos músculos mastigatórios com apertamento dos dentes e com excursão lateral da mandíbula. Pode se manifestar de forma excessiva e anormal. Tem etiologia indefinida, multifatorial relacionada a fatores emocionais, ao Sistema Nervoso Central e autonômico. Além disso, tem sido atribuído também a distúrbios de neurotransmissores como as dopaminas, dentre outras fisiopatologias. Pode ocorrer em vigília e/ou durante o sono [1]. O bruxismo tem sido muito discutido recentemente como assunto de interesse clínico em Odontologia. Apesar de não ser ameaça à vida pode influenciar a qualidade dela [2].

O bruxismo crônico pode provocar desde desgastes e fraturas dentais, perdas de dentes, problemas periodontais, disfunções da Articulação Temporomandibular, atédias na cadeia neuromuscular oro-crânio-cervical, com prejuízo da qualidade de vida. Não há cura para o bruxismo. Os tratamentos em sua maioria são de abordagem odontológica, farmacológica para amenizar a dor e proteger dentes e articulação, como placas miorrelaxantes, anti-inflamatórios, analgésicos e ansiolíticos. Atualmente indicam-se terapias comportamentais, ioga, meditação e terapias com *biofeedback*. Com a evolução da tecnologia, a terapia com *biofeedback* tem sido indicada por ter o bruxismo um componente emocional intenso relacionado ao estresse e ansiedade como *trigger* da parafunção [3]. Terapias com *Biofeedback* tem apresentado resultado positivo para o tratamento de bruxismo diurno e noturno [4]. O *Biofeedback* permite que o próprio usuário aprenda a realizar a autorregulação do funcionamento de seu organismo através de processos que integram a mente e corpo. É uma retroalimentação biológica onde o usuário aprende a ter cons-

ciência de seu estado fisiológico para que, com o terapeuta, realize o treinamento adequado [5].

A pressão sobre as pessoas, a vida atribulada, inúmeros compromissos, leva a um estado de estresse permanente que podem ser geradores dessa parafunção [6]. O fato de não haver disponível comercialmente um equipamento que possa fornecer diagnóstico de bruxismo simultaneamente com *biofeedback*, em vigília ou durante o sono, portátil, de fácil utilização e acessível ao profissional da saúde, foi pensado para esse projeto a construção de um instrumento com o objetivo de avaliar os sinais eletromiográficos do usuário e que concomitantemente possibilitasse a utilização de *biofeedback*. Dispositivo esse que possui sensor eletromiográfico para masseter, contabiliza o número de mordidas pelo tempo, com *display* digital, e que apresenta um programa opcional de *biofeedback* visual, sonoro e vibracional.

### Materiais e métodos

O sistema desenvolvido neste projeto é constituído de um eletromiógrafo portátil, utilizado para a aquisição do sinal do músculo masseter. Possui também um sistema embarcado para realização do processamento do sinal e codificação do mesmo para gerar *biofeedback* visual, sonoro e/ou vibracional em tempo real para o usuário. Inicialmente foi desenvolvido um eletromiógrafo em um tamanho ideal, para ser utilizado pelo usuário no seu dia a dia, sem incômodo, e que apresentasse boa captação do sinal e bom isolamento contra ruído, sem interferências externas no sinal coletado. Para a aquisição do sinal, foi utilizado um par de eletrodos passivos de superfície descartáveis sobre o masseter, com espaçamento entre eles de dois centímetros e um eletrodo de referência sobre uma protuberância óssea, como representado na Figura 1.

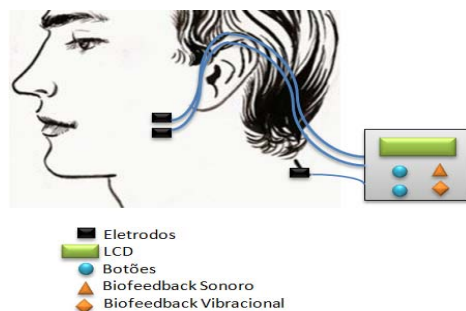


Figura 1: Representação esquemática do sistema desenvolvido.

Como os eletrodos utilizados eram passivos, ou seja, a amplificação do sinal seria realizada apenas ao chegar ao eletromiógrafo, para reduzir possíveis problemas com o sinal e artefatos gerados por movimentação dos fios, o eletromiógrafo foi acoplado o mais próximo possível dos eletrodos dentro de uma caixa de MP3 *heaset* esportivo, evitando assim, a movimentação dos fios, como demonstrado nas Figuras 2a e 2b.

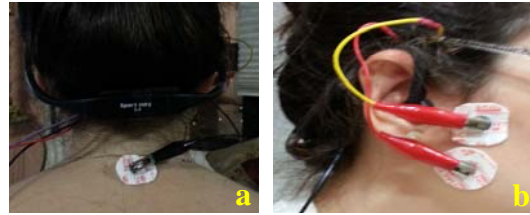


Figura 2: Eletrodo nas posições de (a) referência e (b) sobre o músculo masseter.

O eletromiógrafo desenvolvido consiste inicialmente de um amplificador de instrumentação INA 121 com as seguintes características: alta impedância de entrada, baixa impedância de saída, alto valor RRMC (Razão de Rejeição em Modo Comum). O valor do ganho para esta pré-amplificação foi estipulado em 20,72 vezes por apresentar uma boa resposta em frequência no valor de 300 kHz. Como o sinal eletromiográfico apresenta uma amplitude muito baixa, chegando a aproximadamente no máximo a 5 milivolts no masseter, foi utilizado um amplificador inversor com ganho de -15 vezes após o amplificador de instrumentação. Com o sinal em uma amplitude mais alta, foi possível filtrá-lo utilizando um filtro ativo passa baixa *anti-aliasing* para eliminar altas frequências juntamente com capacitor, para atenuar o sinal DC do sistema. Tendo um sinal filtrado, foi necessário realizar mais uma amplificação com um circuito de ganho -220 vezes para que o sinal pudesse ser mais bem trabalhado pelo sistema embarcado controlado por um Arduino UNO R3. O Arduino é uma plataforma eletrônica totalmente *open-source* baseado em *software* e *hardware* flexíveis e fáceis de usar [7].

Após essa etapa, verificou-se a necessidade de trabalhar apenas com um sinal inteiramente positivo pelo fato de que o eletromiógrafo seria alimentado através do Arduino que fornece uma alimentação de 0 a 5 volts. Assim, foi implantado neste projeto um circuito gerador de referência de 2,5 volts para que o sinal coletado oscilasse apenas em torno desta referência de 2,5 volts.

O sistema embarcado ao eletromiógrafo utiliza o Arduino para processar o sinal coletado pelo eletromiógrafo e transforma esses sinais em comandos para controlar um LCD 16x2, um *buzzer* e um vibracall de celular. Esse controle é feito utilizando um *threshold* do sinal eletromiográfico coletado do usuário definido durante a calibração. Toda vez que o sistema é reiniciado, é realizada uma calibração no qual o próprio usuário é direcionado a apertar um botão de calibração e segurá-lo contraindo o maxilar até atingir a contração máxima e voluntária do músculo. Este procedimento é repetido três vezes para realizar uma média entre esses valores, gerando um valor médio do valor máximo da contração muscular voluntária do masseter. Com esse dado, o sistema irá calcular o *threshold* que ao ser atingido gerará o *biofeedback*. O valor do *threshold* é igual a 30% da média do valor máximo da contração involuntária. Além destes componentes, o sistema embarcado apresenta também um botão de *pause* e *play*, que controla tanto o funcionamento do LCD, *buzzer* e vibracall quanto a

aquisição do sinal eletromiográfico, um botão de calibração que é utilizado para realizar a calibração toda vez que o sistema é reiniciado, uma chave liga/desliga e uma chave de três posicionamentos que dá opção ao usuário de escolher entre obter o *biofeedback* vibracional, sonoro ou apenas o visual do LCD. O *biofeedback* visual é voltado para realizar o diagnóstico principalmente o noturno. Esse sistema embarcado foi colocado dentro de uma pequena caixa que é acoplada ao usuário.

## Resultados

O eletromiógrafo desenvolvido apresentou um tamanho relativamente pequeno de 6 x 2,5 centímetros, como podemos ver na Figura 3 (a), sem alteração da qualidade do sinal obtendo uma boa relação sinal/ruído, como visto Figura 3 (b), do sinal coletado, exibido no osciloscópio com escala de 1 volt.

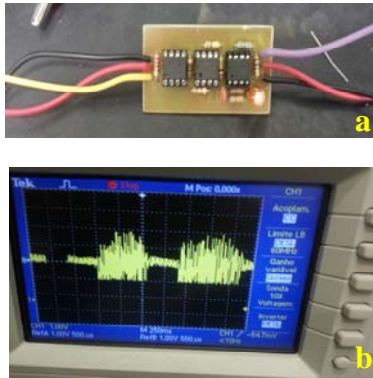


Figura 3: (a) Eletromiógrafo desenvolvido e (b) o sinal do músculo masseter exibido na tela do osciloscópio

O sistema embarcado também apresentou uma interface simples e didática, acessível a qualquer pessoa. Ao ser iniciado, o sistema informa passo a passo ao usuário como realizar a calibração, como mostrado nas Figuras 4 (a), (b) e (c).

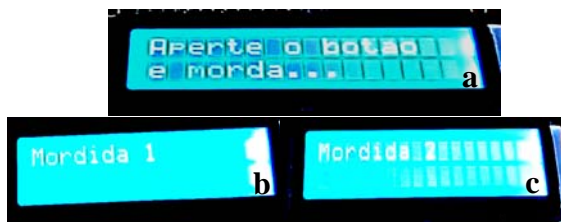


Figura 4: Informações apresentadas no display de LCD para calibração: (a) informações iniciais, (b) gravando a mordida 1 e (c) gravando a mordida 2.

Após a etapa de calibração a próxima tela a aparecer no *display* é a contagem de números de apertamentos que foram realizados inconscientemente pelo usuário, que ultrapassaram o *threshold* definido durante a etapa de calibração.

Na tela do *display*, pode ser visto também um relógio que contabiliza o tempo que o usuário mantém o

equipamento ligado, o qual monitora as mordidas, como apresentado na Figura 5.



Figura 5: Display LDC apresentando a contagem de mordidas e o tempo de uso do dispositivo.

Esse sistema foi pensado para que o usuário possa usá-lo o tempo todo. Visto isso, também apresenta um botão de *pause/play* para que o usuário possa pousá-lo todas as vezes que for se alimentar para que não haja erro na contagem de mordidas. Quando o botão de *pause* estiver ativado, todo o sistema fica congelado, não havendo mais a coleta do sinal, nem a contagem das mordidas nem do tempo. A Figura 6 mostra o sistema embarcado com a chave liga/desliga, chave de três fases para escolha do *biofeedback* pelo usuário, botão de *pause/play* e de calibração.



Figura 6: Caixa que contém todo o sistema embarcado.

## Discussão

O objetivo desse trabalho foi desenvolver um equipamento portátil, no qual o usuário pudesse utilizá-lo em qualquer situação, e que fosse capaz de fornecer um *biofeedback* em tempo real para o controle do bruxismo que muitas vezes é causado pela ansiedade e estresse. Alguns estudos feitos sobre a utilização do *biofeedback* como terapêutica para o bruxismo mostrou eficácia comprovada com a diminuição de dor na região temporomandibular em 100% dos pacientes como, por exemplo, o tratamento realizado em clínicas utilizando técnicas de relaxamento monitorizando associações de variáveis fisiológicas como eletromiografia e níveis de dor com o objetivo de conscientizar e educar o usuário a relaxar determinada musculatura [4]. Outro estudo, que apresentou resultados promissores em relação ao tratamento do bruxismo, desenvolveu um dispositivo portátil composto por um eletromiógrafo e um sistema de *biofeedback* sonoro no qual os pacientes utilizaram por cinco horas durante quatro dias. Esses pacientes apresentaram uma redução significativa do hábito de apertamento em relação a outro grupo de pacientes que usaram apenas o monitoramento eletromiográfico sem o *biofeedback* [8]. É importante citar que outros dispositivos e aplicativos, com a função de *biofeedback* já estão sendo comercializados. Entre eles o *GrindCare* [9],

*BiteStrip* [10] e o aplicativo da Apple [11] “desencoste” que pode ser baixado no *Iphone*. O *Grindcare* é um dispositivo portátil, não descartável, de alto custo, que diagnostica e arquiva os dados sobre apertamento noturno do bruxômano e usa um estímulo elétrico para induzir o relaxamento local de músculos específicos. O eletrodo é colocado no músculo temporal. Em pesquisa recente foi reportado que 58% dos sujeitos que utilizaram o *Grindcare* durante 5 semanas, apresentaram redução significativa da ocorrência de desconforto dos músculos mastigatórios ao acordar, porém nenhum artigo foi publicado em relação a outros efeitos de aplicação de estímulos elétricos durante o sono na região da musculatura temporal do usuário. O aplicativo “desencoste” tem também o objetivo de treinar o sujeito com bruxismo, informando-o da necessidade de não apertar com uma gravação acionada como um alarme de comando de voz, que despertará em horário aleatório ou definido pelo próprio usuário. O *BiteStrip* é um dispositivo descartável que faz a leitura da frequência de apertamentos durante a noite, de acordo com a calibração, mas não treina o sujeito para a autorregulação.

O protótipo desenvolvido nesse projeto ainda não foi testado em sujeitos com bruxismo, somente testado em um dos autores do projeto. Entretanto apresenta características diferenciadas em relação aos dispositivos apresentados na literatura, até o momento. Dentre elas, o sistema de controle para realização de calibração para cada tipo de paciente, sistema de *pause* e *play* no qual o usuário pode pausar o sistema sem perder a coleta realizada até então, opções de diferentes *Biofeedbacks* sendo estes, vibracional, sonoro ou apenas visual e um sistema de contagem de tempo de uso do equipamento para que possa ser feita uma avaliação de quantidade de mordidas realizadas em relação a tempo de uso, tanto em vigília quanto durante o sono. O dispositivo permite tanto o diagnóstico quanto realiza o treinamento com *Biofeedback*.

## Conclusão

O equipamento desenvolvido apresentou todos os itens necessários para capturar o sinal eletromiográfico do músculo masseter, para ser calibrado pelo próprio usuário, com *display* para leitura do sinal, com emissão do sinal de *biofeedback* sonoro, visual e vibracional, sendo possível a escolha pelo usuário. Além disso, foi desenvolvido um sistema de contagem do tempo de uso do equipamento e avaliação da contagem de mordidas em relação ao tempo de uso. Contou com um sistema de *pause/play* podendo pausar a coleta sem perda de dados.

Ao finalizar a construção deste dispositivo, há a necessidade de seu refinamento e adequação. A placa deverá receber um design apropriado, com dimensões reduzidas, ser *wireless* e ser mais confortável para o usuário, dessa forma ser comercializada.

Devem ser realizados experimentos clínicos com número significativo de sujeitos para ser validado e aprovado com evidência científica.

Esse é um passo na pesquisa para dar mais autonomia ao portador dessa parafunção, no sentido de melhorar sua qualidade de vida.

## Agradecimentos

Agradecimento aos professores e colegas do BIO-LAB - UFU pela oportunidade e incentivo à pesquisa. Os autores agradecem também ao CNPq, a CAPES e a FAPEMIG pelo apoio financeiro para esta pesquisa.

## Referências

- [1] Lobbezoo F, Naeije M. Bruxism is mainly regulated centrally not peripherally. *J Oral Rehabil.* 2001; 28: 1085-1091
- [2] Koyano K, Tsukiyama Y, Ichiki R, Kuwata T. Assessment of bruxism in the clinic. *J Oral Rehabil.* 2008 Jul;35(7):495-508
- [3] Sato S, Slavicek R. *International Journal of Stomatology and Occlusion Medicine.* The masticatory organ and stress management. 11/2008; 1(1):51-57. DOI:10.1007
- [4] Medeiros CG de, Soares AB, Fernandes AJ, Sá AA R. Avaliação eletromiográfica em pacientes com cefaléia do tipo tensional submetidos a terapia com biofeedback. *Ter Man.* 2012;10(48):148-153.
- [5] Sá AAR, Soares AB. Sistema de Neurofeedback para Tratamento de Estresse. I Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica- Out. 2003, Uberlândia.
- [6] Gomez FM, Giralte MT, Begoña S, Arrúe A, Prieto M, & García-Vallejo P. A possible attenuation of stress-induced increases in striatal dopamine metabolism by the expression of non-functional masticatory activity in the rat. *Eur J Oral Sci*, v.107, n.6, p.461-467, 1999.
- [7] Arduino (2013). "Arduino.cc." Retrieved 07/03/2013, 2013, from <http://www.arduino.cc/>.
- [8] Watanabe A, Kanemura K, Tanabe N, Fujisawa M (2011). "Effect of electromyogram biofeedback on daytime clenching behavior in subjects with masticatory muscle pain." *Journal of Prosthodontic Research* 55(2): 75-81.
- [9] Needham R, Davies SJ. Use of the Grindcare® device in the management of nocturnal bruxism: a pilot study. *British Dental Journal* 215, E1 (2013) Published on line: 12 July 2013
- [10] Shochat T, Gavish A, Arons E, Hadas N, Molotsky A, Lavie P, Oksenberg A. Validation of the BiteStrip screener for sleep bruxism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:32-39. Israel.
- [11] "iTunes Preview" –Solutions L. I. C. M" from <https://itunes.apple.com/br/app/desencoste/id579382764?mt=8>. (acessado em 21/11/2012).