

# RESSALVA

Atendendo a solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 23/08/2024.

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available until August 23, 2024.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Campus de São José dos Campos  
Instituto de Ciência e Tecnologia

**CAROLINE ANDRADE DA SILVA**

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO EXTRA ORAL PARA  
DETECÇÃO E DIAGNÓSTICO DA ATIVIDADE MUSCULAR NO  
BRUXISMO**

2022

**CAROLINE ANDRADE DA SILVA**

**DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVO EXTRA ORAL PARA DETECÇÃO E  
DIAGNÓSTICO DA ATIVIDADE MUSCULAR NO BRUXISMO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA À ODONTOLOGIA.

Área: Inovação tecnológica multidisciplinar com ênfase em odontologia. Linha de pesquisa: Inovação tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. João Carlos Rocha

Coorientador: Prof. Douglas Soares dos Santos

São José dos Campos

2022

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2022]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Silva, Caroline Andrade Da

Desenvolvimento de dispositivo extra oral para detecção e diagnóstico da atividade muscular no bruxismo / Caroline Andrade Da Silva. - São José dos Campos : [s.n.], 2022.

49 f. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Aplicada à Odontologia - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2022.

Orientador: João Carlos Rocha

Coorientador: Douglas Soares dos Santos

1. Bruxismo. 2. Músculo masseter. 3. Sensores. I. Rocha, João Carlos, orient. II. Santos, Douglas Soares dos, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

## **BANCAEXAMINADORA**

**Prof. Dr. João Carlos Rocha**(Orientador)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Dr. Eduardo Galera da Silva**

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Dra.Liana Kalczuk**

Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Laboratório de Bioengenharia

São José dos Campos

São José dos Campos, 22 de agosto de 2022.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho, que vem coroar o encerramento deste ciclo de dois anos de muita dedicação, amadurecimento, aprendizados e estudos dentro do programa de mestrado profissional, à minha querida família que sempre esteve ao meu lado me apoiando, dando suporte e incentivo em todos os momentos, à vocês todo meu amor e eterna gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos a todo o corpo docente do programa de Mestrado profissional da UNESP por me permitirem fazer parte da 5ª turma e iniciar um mestrado em um tempo tão adverso e incerto como vivíamos em 2020 não foi fácil, mas é na adversidade que também nos reinventamos.

Agradecimento especial ao meu orientador prof. João Carlos Rocha, com certeza uma das coincidências boas da vida foi ser sua orientada no mestrado, obrigada por todo incentivo apoio e até os puxões de orelha, levarei cada aprendizado adiante comigo.

Ao querido prof. Douglas Soares dos Santos, que honra ter sido sua co-orientada, agradeço por seus ensinamentos, paciência e incentivo para me ensinar em cada etapa deste trabalho, sempre instigando ao conhecimento e mostrando que podemos ir além. Que nossa parceria possa seguir adiante em futuros trabalhos.

Gratidão ao meu amigo Henrique Marques, que prontamente me ajudou na minha busca inicial para tornar este trabalho possível, me ouvindo, dando direcionamentos e me apresentando pessoas cruciais para o início deste projeto.

Em especial também a Dra. Liana Kalczuk que nos ajudou no começo deste trabalho e também compondo a banca em um dia tão especial na conclusão desta etapa.

"Consagre ao Senhor tudo o que você faz e os seus planos serão bem sucedidos."

Provérbios 16:3

## RESUMO

Silva CA. Desenvolvimento de dispositivo extraoral para detecção e diagnóstico da atividade muscular no bruxismo[dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2022.

Ao analisar as conseqüentes alterações negativas nas funções dos músculos mastigatórios, decorrente do hábito parafuncional do bruxismo, vemos que os métodos diagnósticos existentes, tais como uso de polissonografia e eletromiografia portátil ainda são muito limitados e com custo elevado. Apesar do avanço na utilização de diferentes tipos de eletrodos, sensores e biofeedback o acesso a estas tecnologias não é tão difundido entre os clínicos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um dispositivo extraoral de baixo custo, para detecção do bruxismo/apertamento e monitoramento da movimentação muscular atípica, resultante da AMMR, presente durante o bruxismo do sono, posicionado na região mais anterior do músculo Masseter. Quanto à metodologia, a contração muscular, resultante da atividade bruxista, é captada pelos sensores de deformação mecânica (Straingage), fazendo o registro da frequência, os picos e a intensidade da contração, sendo esse sinal elétrico amplificado por microprocessadores (placa Arduino nano), os quais fazem a leitura e processamento das informações e os dados são armazenados e lançados em um software para posterior análise. Por meio deste trabalho foi possível concluir que o sistema proposto é viável para detecção da atividade muscular em região do músculo Masseter. Adiante será ainda realizada a validação clínica do dispositivo a valer todos os parâmetros pré- estabelecidos neste estudo; sendo possível, portanto traçar um perfil da parafunção do paciente para obtenção do diagnóstico e estabelecendo um tratamento adequado ao quadro clínico apresentado durante a atividade muscular atípica decorrente do bruxismo, de modo que seja facilmente visualizado pelo operador.

Palavras-chave: bruxismo; músculo masseter; sensores.

## **ABSTRACT**

*Silva CA. Development of an extra oral device for the detection and diagnosis of muscle activity in bruxism[dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2022.*

*When analyzing the consequent negative changes in the functions of the masticatory muscles, resulting from the parafunctional habit of bruxism, we see that the existing diagnostic methods, like the use of polysomnography and portable electromyography, are still very limited and expensive. Despite advances in the use of different types of electrodes, sensors and biofeedback, access to these technologies is not so widespread among clinicians. The objective of this work was to develop a low-cost extraoral device for the detection of bruxism/clenching and monitoring of atypical muscle movement, resulting from RMMA, present during sleep bruxism, positioned in the most anterior region of the Masseter muscle. As for the methodology, the muscle contraction resulting from the bruxist activity is captured by the mechanical deformation sensors (Strain gage), recording the frequency, peaks and intensity of the contraction, and this electrical signal is amplified by microprocessors (Arduino nano), which read and process the information and the data are stored and launched in software for further analysis. Through this work it was possible to conclude that the proposed system is viable for detecting muscle activity in the Masseter muscle region. Further on, the clinical validation of the device will be carried out, taking into account all the parameters pre-established in this study; It is therefore possible to trace a profile of the patient's parafunction to obtain the diagnosis and establish an appropriate treatment for the clinical picture presented during the atypical muscle activity resulting from bruxism, so that it is easily visualized by the operator.*

*Keywords: bruxism; masseter muscle; sensors.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Microdespertares x atividade alfa x AMMR .....	15
Figura 2 - Dispositivo BITESTRIP .....	18
Figura 3 - Bruxoff e componentes .....	19
Figura 4 - Interface do leitor.....	20
Figura 5 - Dispositivo Grindcare (posicionado sob a região anterior do músculo Temporal. ....	21
Figura 6 - Dispositivo Grindcare .....	21
Figura 7 - Dispositivo Myobox - Neuroup .....	22
Figura 8 - Interface aplicativo Neuroup.....	23
Figura 9 - Dispositivo empresa Bravrr Incorporated .....	24
Figura 10 - Extensômetro Strain gage .....	28
Figura 11 - Especificações .....	29
Figura 12 - Extensômetro uniaxial (esq.) e roseta (dir.).....	30
Figura 13 - Feixe muscular superficial e profundo.....	30
Figura 14 - Placa Arduino Nano - Atmega 328.....	31
Figura 15 - Arduino IDE .....	32
Figura 16 - Proposta de solução computacional.....	33
Figura 17 - Protótipo 1 .....	35
Figura 18 - Sensor em posição sob o músculo Masseter .....	35
Figura 19 - Software para criação de modelo 3D .....	37
Figura 20 - Primeira simulação e testes de design do protótipo 2 .....	37
Figura 21 - Simulação e desenho do protótipo 2 .....	38
Figura 22 - Modelo 3D do protótipo 2 impresso.....	38
Figura 23 - Arduino IDE: função plotter serial.....	39

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Duração média dos episódios .....	16
Quadro 2 - Comparação dos dispositivos disponíveis.....	25
Quadro 3 - Comparação da média de valores de custo dos diferentes tipos de sensores.....	42

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AMMR - Atividade muscular mastigatória rítmica

BS – Bruxismo do sono

EMG – Eletromiografia/ atividade eletromiográfica

EEG - Eletroencefalograma

EOG - Eletrooculograma

ECG – Eletrocardiograma

## REFERÊNCIAS

Alóe F, Gonçalves LR, Azevedo A, Barbosa RC. Bruxismo durante o Sono. Rev Neurocienc. 2003;11(1):4-17. doi: 10.34024/rnc.2003.v11.8888.

Biofeedback: tudo o que você precisa saber sobre a tecnologia | neuroUP [internet]. [cited 2022 Apr 14]; Available from: <https://neuroup.com.br/biofeedback-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-tecnologia/>.

D'Amico JM, Yavuz ŞU, Saraçoğlu A, Atiş ES, Gorassini MA, Türker KS. Activation properties of trigeminal motoneurons in participants with and without bruxism. J Neurophysiol. 2013;110(12):2863–72. doi: Dec; 10.1152/jn.00536.2013.Epub 2013 Sep 25. PMID: 24068753; PMCID: PMC3882820.

Extensômetria (Strain Gauge) – O que é? Quando utilizar? - Ensus [internet]. [cited 2021 Apr 21]. Available from: <https://ensus.com.br/extensometria-strain-gauge-o-que-e-quando-utilizar/>.

Bruxlab [internet]. [cited 2021 Apr 16]. Available from: <https://www.bruxlab.com/>.

Hortelano T. Bruxismo del sueño. Actualización sobre mecanismos etiopatogénicos , diagnóstico y tratamiento. Vigília Sueño. 2014;26(1):1-65.

Kato T, Masuda Y, Yoshida A, Morimoto T. Masseter EMG activity during sleep and sleep bruxism. Arch Ital Biol. 2011;149(4). doi: 10.4449/aib.v149i4.1317. PMID: 22205593.

Klasser GD, Rei N, Lavigne GJ. Sleep bruxism etiology: the evolution of a changing paradigm. J Can Dent Assoc. 2015;81:f2. PMID: 25633110.

Kleckers T. Sensores piezoelétricos: qual o ideal para minha aplicação?[internet]. [cited 2022 Jul 15]; Available from: <https://www.hbm.com/pt/6810/sensores-piezoelétricos-qual-o-ideal-para-minha-aplicacao/>

Kuhn M, Türp JC. Risk factors for bruxism. Swiss Dent J. 2018;128(2):118–24. PMID: 29533049.

Lavigne GJ, Rompré PH, Poirier G, Huard H, Kato T, Montplaisir JY. Rhythmic masticatory muscle activity during sleep in humans. J Dent Res. 2001;80(2):443–8. doi: 10.1177/00220345010800020801. PMID: 11332529.

Lobbezoo F, Aarab G, Ahlers MO, Baad-Hansen L, Bernhardt O, Castrillon EE, et al. Consensus-based clinical guidelines for ambulatory electromyography and contingent electrical stimulation in sleep bruxism. J Oral Rehabil. 2020;47(2):164–9. doi: 10.1111/joor.12876.

Ltd SLP. Instructions for the Professional. [cited 2021 Apr 21]; Disponível: <https://www.bitestrip.com>

de Macedo CR. Bruxismo do sono. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial*. 2008;13(2):18–22.

Magalhães BG, Freitas JL de M, Barbosa AC da S, Gueiros MCSN, Gomes SGF, Rosenblatt A, et al. Temporomandibular disorder: otologic implications and its relationship to sleep bruxism. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2018;84(5):614–9. doi: 10.1016/j.bjorl.2017.07.010. PMID: 28966039.

Mainieri VC, Saueressig AC, Marcos Pascoal Pattussi, Fagundes SC, Grossi ML. Validation of the Bitestrip versus polysomnography in the diagnosis of patients with a clinical history of sleep bruxism. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2012;113(5):612–7. doi: 10.1016/j.oooo.2011.10.008. PMID: 22668619.

Mercado livre [internet]. [Cited 2022 Jul 15]. Available at: <https://www.mercadolivre.com.br/>

Miettinen T, Myllymaa K, Muraja-Murro A, Westeren-Punnonen S, Hukkanen T, Töyräs J, et al. Polysomnographic scoring of sleep bruxism events is accurate even in the absence of video recording but unreliable with EMG-only setups. *Sleep Breath*. 2020;24(3):893–904. doi: 10.1007/s11325-019-01915-2. PMID: 31402440.

Nano | Arduino Documentation [internet]. [cited 2021 Apr 21]; Available from: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoNano>

Needham R, Davies SJ. Use of the Grindcare® device in the management of nocturnal bruxism: A pilot study. *Br Dent J*. 2013;215(1):1–4. doi: 10.1038/sj.bdj.2013.653. PMID: 23846087.

Pereira RP, Negreiros Wa, Scarparo H, Pigozzo M, Consani RL, Mesquita M. Bruxismo e qualidade de vida. *Revista Odonto Ciência*. 2006;21(52):185–90.

Okeson JP. Etiologia dos distúrbios funcionais do sistema mastigatório. In: Okeson JP. *Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão*. Elsevier Brasil; 2008.p 121-2.

Predovich B. Bravrr Incorporated. Sensor Apparatus for Measurement of Muscle Activity in the Detection & Treatment of Bruxism Disorder. US20210052213. 2021 Feb 25.

Reinold MM, Wilk KE, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Chmielewski T, et al. Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004;34(7):385–94. doi: 10.2519/jospt.2004.34.7.385. PMID: 15296366.

Sepúlveda EW. Diseño de herramienta de control y monitoreo de sensores para el diagnóstico de bruxismo[tesis]. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso; 2018.

Saczuk K, Lapinska B, Wilmont P, Pawlak L, Lukomska-Szymanska M. The bruxoff device as a screening method for sleep bruxism in dental practice. *J Clin Med*. 2019;8(7):930. doi: 10.3390/jcm8070930.

Shochat T, Gavish A, Arons E, Hadas N, Molotsky A, Lavie P, et al. Validation of the BiteStrip screener for sleep bruxism. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2007;104(3). doi: 10.1016/j.tripleo.2007.03.009. PMID: 17618147.

Software de projetos 3D | Modelagem 3D na Web | SketchUp [internet]. [cited 2022 Apr 14]; Available from: <https://www.sketchup.com/pt-BR>.

Togeiro SMGP, Smith AK. Métodos diagnósticos nos distúrbios do sono. *Rev Bras Psiquiatr*. 2005;27(SUPPL. 1):8–15. doi: 10.1590/s1516-44462005000500003. PMID: 16082449.

## APÊNDICE A—Programa desenvolvido para funcionamento do protótipo 1 na plataforma Arduino IDE.

```

Bruxismo_3.1$
// As constantes foram atribuidas de forma a facilitar o uso.
const int analogInPin = A2; // Entrada analogica onde esta o pino central do potenciometro.
const int alarme = 13; // LED sinalizador ligado no pino 13.

// Variaveis do programa.
int sensorValue = 0; // inicializacao da variavel analogica que recebera o sinal do sensor.
int limitesup = 700; // valor de teste superior para o sinalizador.
int limiteinf = 400; // valor de teste inferior para o sinalizador

void setup() {

  Serial.begin(9600); // configuracao da taxa de comunicacao serial de 9600 bps (bits por segundo):
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT); // configura o pino do LED da placa como saida (alarme)
}

void loop() {
  // leitura do sinal analogico:
  sensorValue = analogRead(analogInPin);

  if(sensorValue > limitesup || sensorValue < limiteinf){ // teste do valor lido para verificar os limites, maximo e minimo, para o alarme
    digitalWrite(alarme, HIGH);
  }
  else
    digitalWrite(alarme, LOW);
}

```

```

// interpreta os valores lidos e os representa graficamente atraves da funcao plotter no IDE Arduino.
Serial.print(0);
Serial.print("\t");
Serial.print(limitesup);
Serial.print("\t");
Serial.print(limiteinf);
Serial.print("\t");
Serial.print(sensorValue*4);
Serial.print("\t");
Serial.println(1100);

```

Fonte: Elaborado pelo autor via plataforma Arduino IDE.