



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

ALANA MOURA XAVIER DANTAS

**DESENVOLVIMENTO DE SENSOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE DIFERENTES
FUNÇÕES DO MÚSCULO MASSETER**

Recife
2024

ALANA MOURA XAVIER DANTAS

**DESENVOLVIMENTO DE SENSOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE DIFERENTES
FUNÇÕES DO MÚSCULO MASSETER**

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

Área de concentração: Clínica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Hilton Justino da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes

Recife

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Dantas, Alana Moura Xavier.

Desenvolvimento de sensor para identificação de diferentes funções do músculo masseter / Alana Moura Xavier Dantas. - Recife, 2024.

79f.: il.

Tese (Doutorado), Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, 2024.

Orientação: Hilton Justino da Silva.

Coorientação: Leonardo Wanderley Lopes.

1. Músculo masseter; 2. Dispositivos eletrônicos vestíveis; 3. Músculos da mastigação; 4. Acelerometria. I. Silva, Hilton Justino da. II. Lopes, Leonardo Wanderley. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

CDD 617.6

ALANA MOURA XAVIER DANTAS

DESENVOLVIMENTO DE SENSOR PARA IDENTIFICAÇÃO DE DIFERENTES FUNÇÕES DO MÚSCULO MASSETER

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

Aprovado em: 11/03/2024.

Orientador:

Prof. Dr. Hilton Justino da Silva

Coorientador:

Leonardo Wanderley Lopes

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **HILTON JUSTINO DA SILVA**
Data: 24/03/2024 16:15:15-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Hilton Justino da Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
 **SILVIA DAMASCENO BENEVIDES**
Data: 25/03/2024 16:35:59-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profª. Drª. Sílvia Damasceno Benevides (Examinadora Externa)
Universidade Federal da Paraíba

Documento assinado digitalmente
 **LEANDRO DE ARAÚJO PERNAMBUCO**
Data: 24/03/2024 16:09:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Leandro de Araújo Pernambuco (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
 **LEONARDO WANDERLEY LOPES**
Data: 25/03/2024 16:02:45-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes (Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba

Documento assinado digitalmente
 **KELLI NOGUEIRA FERRAZ PEREIRA ALTHOFF**
Data: 27/03/2024 09:54:10-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profª. Drª. Kelli Nogueira Ferraz Pereira Althoff (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por minha vida, família, amigos, seu amor infinito e doar Seu Filho para nos salvar, e a **Nossa Senhora**, por interceder junto ao Pai em meu auxílio.

A minha família, **Zireton, Arlene, Renata, Aldo, Bernardo e Benício** pelo amor, carinho, segurança, paciência e atenção da melhor família que Deus poderia ter me dado.

A meu marido, **Álvaro**, pela compreensão e ajuda dada com tanto amor e carinho.

Ao meu orientador **Hilton**, obrigada pela conduta que sempre transformou as nossas conversas em momentos de aprendizado e leveza, me inspirando a ser uma educadora melhor a cada dia.

Ao meu co-orientador **Leonardo** pelas sugestões e contribuições valiosas para a execução desse trabalho.

A professora **Silvia**, por me acolher na UFPB com tanto carinho, doando seus conhecimentos de forma leve e sempre pensando no meu crescimento.

A todos os meus queridos amigos, pelo carinho e atenção comigo de uma forma tão atenciosa, que me deram apoio para sempre continuar, em especial a minha querida dupla Jhonny.

A toda minha família, **tios, tias, primos, primas, cunhada e cunhado**, por fazerem parte da minha vida e torcerem por minhas conquistas.

Aos meus cachorros, **Toffe (*in memorian*)**, **Nino (*in memorian*)**, **Guga (*in memorian*)** e **Chico**, por fazerem a melhor recepção do mundo, lambidas e doarem seus corações para nos fazer feliz e deixar os dias mais leves.

A **Arthur e Renato** que desenvolveram os dispositivos, doando tempo e sabedoria para a ciência.

RESUMO

As abordagens tradicionais para analisar as atividades dos músculos da mastigação geralmente são caras, relativamente grandes e restringem a análise durante a gravação do movimento quando o paciente se encontra no laboratório ou dependem do próprio paciente para relatar algum evento. Por isso, o objetivo desta pesquisa reside em desenvolver um sensor de baixo custo para identificação de atividades do masseter. Desta forma, este trabalho apresenta um dispositivo capaz de diferenciar movimentos e posições do músculo Masseter. Essa apresentação será por artigos que as seguintes etapas: 1) Carta ao editor, 2) Protocolo de revisão de escopo, 3) Revisão de escopo e 4) Desenvolvimento do dispositivo de monitoramento do músculo Masseter. Inicialmente foi realizada a carta ao editor para revisar a literatura acerca dos dispositivos vestíveis utilizados na mastigação, deglutição e voz. Na sequência, foi elaborado um protocolo de subsídio para realização da revisão de escopo. Esta seguiu as orientações da *Joanna Briggs Institute*. A revisão de escopo foi realizada para mapear a literatura sobre as tecnologias vestíveis utilizadas nos músculos Masseter e temporal e nortear qual sistema de sensores, localização e metodologia utilizada. Esse conteúdo subsidiará o desenvolvimento do dispositivo projetado em nossa pesquisa. Para utilização de um sensor de baixo custo, o sistema MPU6050 foi posicionado no Masseter direito e escolhido, por possuir o acelerômetro e o giroscópio e se conectar facilmente ao Arduino para leitura dos movimentos. Os registros são descritos por meio de gráficos e valores em Excel, facilitando a leitura do usuário. Mesmo os dispositivos sendo utilizados para finalidades específicas, os testes com protótipos precisam respeitar as etapas iniciais. Dessa forma, o participante foi solicitado a executar repouso, contração voluntária máxima e mastigação por 5 segundos, sendo essa sequência repetida três vezes. Os testes foram realizados com 8 participantes saudáveis (1 homens e 7 mulheres) e seus resultados diferiram entre si, porém foi possível estabelecer o padrão da mastigação e diferenciá-lo, do repouso e da contração voluntária máxima de forma individual.

Palavras-chave: dispositivos eletrônicos vestíveis; músculo masseter; músculos da mastigação; acelerometria.

ABSTRACT

Traditional approaches to analyzing the activities of the masticatory muscles are generally expensive, relatively large, and restrict analysis to recording movement when the patient is in the laboratory or relying on the patient themselves to report an event. Therefore, the objective of this research lies in developing a low-cost sensor for identifying masseter activities. Thus, this work presents a device capable of differentiating movements and positions of the Masseter muscle. This presentation will be by articles that follow the following steps: 1) Letter to the editor, 2) Scope review protocol, 3) Scope review and 4) Development of the Masseter muscle monitoring device. Initially, a letter to the editor was written to review the literature on wearable devices used in chewing, swallowing and voice. Subsequently, a protocol was drawn up to provide support for carrying out the scope review. This followed the guidelines of the Joanna Briggs Institute. The scoping review was carried out to map the literature on wearable technologies used in the Masseter and temporal muscles and guide which sensor system, location and methodology used. This content will support the development of the device designed in our research. To use a low-cost sensor, the MPU6050 system was positioned on the right Masseter and chosen because it has the accelerometer and gyroscope and can easily connect to the Arduino to read the movements. The records are described using graphs and values in Excel, making it easier for the user to read. Even though devices are used for specific purposes, testing with prototypes must respect the initial stages. Thus, the participant was asked to rest, maximum voluntary contraction and chew for 5 seconds, with this sequence repeated three times. The tests were carried out with 8 healthy participants (1 men and 7 women) and their results differed from each other, however it was possible to establish the chewing pattern and differentiate it from rest and maximum voluntary contraction individually.

Keywords: wearable electronic devices; masseter muscle; masticatory muscles; accelerometry.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo Geral	
2.2	Objetivos Específicos	
3	MÉTODO	13
3.1	DETALHAMENTO DAS ETAPAS DO ESTUDO	
3.1.1	Etapa 1 – Carta ao editor	
3.1.2	Etapa 2 – Protocolo de Revisão de escopo	
3.1.3	Etapa 3 – Revisão de escopo	
3.1.4	Etapa 4 – Desenvolvimento do sensor/tecnologia vestível	
4	RESULTADOS	14
4.1	ARTIGO 1 - O uso de tecnologias vestíveis para análise e monitoramento de funções relacionadas à alimentação e comunicação	15
4.2	ARTIGO 2 - Avaliação do uso de tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal: um protocolo de revisão de escopo	22
4.3	ARTIGO 3 – Avaliação do uso de dispositivos vestíveis nos músculos masseter e temporal: uma revisão de escopo	34
4.4	ARTIGO 4 – Dispositivo de identificação da atividade do músculo masseter	57
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS	76
	APÊNDICE A - WEARABLE TECHNOLOGY USE FOR THE ANALYSIS AND MONITORING OF FUNCTIONS RELATED TO FEEDING AND COMMUNICATION	77
	APÊNDICE B - EVALUATING THE USE OF WEARABLES IN THE MASSETER AND TEMPORAL MUSCLES: A SCOPING REVIEW PROTOCOL	78
	ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	79

1 INTRODUÇÃO

O uso dos sensores está sendo cada vez mais comum no nosso cotidiano. Quando utilizamos o termo “vestível” ele vai além da sua definição de roupa no âmbito da tecnologia, se referindo a um acessório que permite o processamento personalizado de informações móveis de um indivíduo. As razões que justificam realizar o monitoramento de um conjunto de dados de uma pessoa, não se limitam ao “exame de saúde para encontrar quaisquer sinais de anormalidade”, mas variam de acordo com a aplicação, como “adquirir mudanças na condição da doença na vida diária” e “como parte do diagnóstico clínico e/ou tratamento”, entre outras aplicações (Park, et al., 2014).

Os dispositivos vestíveis (wearables) são projetados para o desenvolvimento de um sistema de saúde personalizado de alto impacto, que se baseia nas medições das atividades físicas, cognitivas e sociais que serão inseridas no modelo de previsão de risco para realizar perfis pessoais e identificar desvios de usuários específicos de forma precoce. Dessa forma, torna-se possível fazer o aconselhamento personalizado sobre atividades diárias capazes de manter um estilo de vida saudável, prevenção de risco e bem-estar geral, de forma facilitada pela comunicação entre profissional de saúde e usuário. Assim, na última década, soluções tecnológicas foram desenvolvidas e oferecem recursos para monitorar a saúde e proporcionar sua melhoria, seja no acompanhamento supervisionado por profissionais da saúde ou de forma domiciliar, devido a facilidade na comunicação entre esses profissionais e seus pacientes, formando um elo capaz de auxiliar na prevenção e gerenciamento de doenças. (Almalchy et al., 2018).

Os wearables de primeira geração que usam principalmente sensores físicos estão consolidados, a exemplo de relógios, sapatos ou fones de ouvido, com muitos exemplos comerciais e, que se concentram no monitoramento biofísico. No entanto há um investimento, no desenvolvimento contínuo de wearables de segunda geração, que visam o monitoramento bioquímico e multimodal não invasivo ou minimamente invasivo, tais como: adesivos na pele, tatuagens, filmes montados em dentes, lentes de contato e têxteis, bem como microagulhas e dispositivos injetáveis (Ates et al., 2022).

Nos últimos anos, foram desenvolvidos e relatados métodos para monitorar vários parâmetros biológicos, como frequência cardíaca e temperatura corporal, com um pequeno dispositivo. Assim como, dispositivos portáteis para monitoramento da

mastigação foram desenvolvidos na odontologia. E na região da face esses sistemas vestíveis envolvem o sistema estomatognático que inclui diversas estruturas anatômicas como a articulação temporomandibular (ATM), maxila, mandíbula, tecidos musculares, tendões, arcadas dentárias, glândulas salivares, bem como o osso hióide e os músculos que conectam este osso à escápula e ao esterno, e os músculos do pescoço. A ATM, reproduz movimentos complexos, em diferentes planos ortogonais e múltiplos eixos de rotação, funcionando em sinergia com todas as estruturas listadas e com a ATM contralateral para coordenar a função dinâmica (Longenbaker, 2013). Os músculos da mastigação realizam uma variedade de funções que incluem falar, mastigar e deglutir. Também atuam em movimentos não funcionais, conhecidos como parafunções. Quando sua frequência ou intensidade ultrapassa os limites da tolerância fisiológica, os comportamentos parafuncionais orais podem se tornar prejudiciais aos dentes, músculos, periodonto e articulação temporomandibular (Leeuw, 2018).

A avaliação instrumental dos músculos da mastigação é importante não apenas para a compreensão do comportamento mastigatório normal, mas também na avaliação das capacidades funcionais e disfuncionais. Um dos métodos convencionais utilizados para avaliação da atividade dos músculos mastigatórios é a eletromiografia de superfície (EMG). Esta detecta o potencial elétrico proveniente dos músculos quando suas células são ativadas eletricamente ou neurologicamente. Os sinais podem ser analisados para determinar certas anormalidades ou para investigar a biomecânica do movimento corporal (Almalchy et al., 2018). Porém para registrar as EMGs das atividades do músculo masseter, é necessária a montagem de dispositivos obstrutivos, como eletrodos e fios, na pele humana. Os EMGs são influenciados pelo contato instável entre o eletrodo e a pele humana, e o eletrodo pode se soltar. O uso de fios pode ser perigoso, pois podem ficar presos no corpo durante as atividades diárias. Além da necessidade de ambiente controlado e equipe especializada para instalar o equipamento e aplicar a avaliação (Fusayama et al., 2023; Kinjo et al., 2021; Prasad et al., 2019a).

Portanto, há necessidade do desenvolvimento de tecnologias vestíveis capazes de fazer esse tipo de avaliação com um menor número de desvantagens. E as tecnologias se baseiam através do entendimento que se tem pela alteração da força de mordida, atividade eletromiográfica e da espessura do corpo dos músculos

masseter e temporal durante as atividades desenvolvidas por eles. Por isso é importante medir a atividade do músculo masseter devido ao seu papel como músculo mastigatório. E que ocorra a contração e o relaxamento do músculo durante os movimentos de elevação, retração e lateralidade da mandíbula, durante o ciclo mastigatório, pois essas alterações resultam em diferenças nas espessuras do músculo com pequenos desvios no masseter para adultos saudáveis e com disfunção temporomandibular (Strini et al., 2013). Com base nessa variação de espessura do músculo masseter que ocorre a captação do sensor, gerando resultados.

No entanto, ainda existem muitos desafios para tornar os sistemas vestíveis de monitoramento de saúde mais aplicáveis à vida real, com recursos importantes como confiabilidade e multifuncionalidade. É um grande desafio projetar e desenvolver um sistema de monitoramento de saúde vestível que realmente consiga melhorar a qualidade de vida (Almalchy et al., 2018).

A proposta de desenvolvimento de um sensor de baixo custo para monitoramento do masseter durante a execução de diferentes atividades possui respaldo científico, e sua relevância está relacionada à compreensão do comportamento normal, ou seja, avaliação das capacidades funcionais, mas também as disfuncionais. Este sensor, poderá estabelecer uma padronização do método de diagnóstico e acompanhamento durante o tratamento de algumas condições, proporcionando maior segurança aos pacientes e profissionais. Além disso, pode reduzir a variabilidade nos métodos de avaliação e incorporar seu uso como instrumento complementar das avaliações clínicas.

O desenvolvimento da tese resultou em duas publicações e duas submissões, intituladas: **1) O uso de tecnologias vestíveis para análise e monitoramento de funções relacionadas à alimentação e comunicação; 2) Avaliação do uso de tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal: um protocolo de revisão de escopo; 3) Avaliação do uso de dispositivos vestíveis nos músculos masseter e temporal: uma revisão de escopo e 4) Dispositivo de monitoramento da atividade do músculo masseter.** O primeiro artigo foi publicado à revista CoDAS (versão online), extrato A3 na área de Odontologia. O segundo artigo foi publicado, em 2023, na revista CEFAC (versão online), extrato B1 na área da Odontologia. O artigo 3 será submetido a revista eletrônica Brazilian Oral Research, extrato A2 na área da Odontologia e o artigo 4 será submetido na revista Brazilian Oral Research,

extrato A2 na área da Odontologia. Os artigos tiveram o objetivo de realizar uma revisão para identificar o estado da arte dos dispositivos vestíveis na região orofacial e suas aplicações, assim como, compreender quais os sistemas estavam sendo usados nos dispositivos vestíveis. E por fim descrever o projeto, fabricação e aplicação do dispositivo elaborado.

Para além das contribuições em publicações em revistas científicas, a participação em eventos nacionais/internacionais (28º e 30º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia) possibilitou publicações de resumos simples e expandidos em seus anais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo para detecção e registro da atividade do músculo masseter durante a execução da mastigação, repouso e contração voluntária máxima.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Desenvolver um protocolo de revisão de escopo para mapeamento da literatura pertinente aos sistemas utilizados para elaboração de tecnologias vestíveis no monitoramento das funções do sistema estomatognático;
- b) Identificar os requisitos e funcionalidades essenciais para a construção de um instrumento de tecnologia vestível para identificação dos sinais de aceleração da pele nas regiões dos músculos masseter em diferentes tarefas e funções orofaciais;
- c) Identificar os sinais de aceleração da pele nas regiões dos músculos masseter e diferenciar mastigação, repouso e contração voluntária máxima por meio do dispositivo.

3 MÉTODO

A tese se fundamenta na elaboração de um dispositivo para identificação de diferentes atividades do músculo masseter, e para sua construção, as seguintes etapas de desenvolvimento foram realizadas: 1) carta ao editor sobre o futuro das tecnologias vestíveis, 2) protocolo de revisão de escopo sobre o tema, 3) revisão de escopo sobre os dispositivos utilizados e 4) artigo sobre desenvolvimento do dispositivo.

3.1 Detalhamento das etapas do estudo

3.1.1 *Etapa 1 – Carta ao editor*

Para elaboração da carta ao editor, foi desenvolvido uma breve introdução sobre o tema em geral, com o objetivo de mapear as oportunidades, dificuldades e o futuro das tecnologias vestíveis de forma mais abrangente para mastigação, deglutição e voz.

3.1.2 *Etapa 2 – Elaboração do Protocolo e Revisão de Escopo*

Foi desenvolvido um protocolo de revisão de escopo, com o objetivo de identificar pesquisas que utilizam as tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal, e examinar esses estudos para auxiliar os pesquisadores na tomada de decisão teórico-metodológico de novas pesquisas.

A revisão de escopo era restrita aos músculos masseter e temporal e contém informações sobre os tipos de tecnologia vestível, o sensor utilizado e a finalidade para o qual ele foi desenvolvido. Que foram base para construção do nosso dispositivo.

3.1.3 *Etapa 3 – Elaboração do artigo*

Após a fabricação e os devidos testes para ajuste na captação da aceleração, foi elaborado um artigo para descrição desde a fabricação do dispositivo até o teste piloto do dispositivo desenvolvido.

4 RESULTADOS

Os resultados desta tese estão dispostos em quatro artigos, apresentados abaixo:

- 1) O uso de tecnologias vestíveis para análise e monitoramento de funções relacionadas à alimentação e comunicação (Publicado pela CoDAS – Apêndice A);
- 2) Avaliação do uso de tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal: um protocolo de revisão de escopo (Publicado pela CEFAC – Apêndice B);
- 3) Avaliação do uso de dispositivos vestíveis nos músculos masseter e temporal: uma revisão de escopo (Será submetido à Brazilian Oral Research);
- 4) Dispositivo de monitoramento da atividade do músculo masseter (Será submetido à Brazilian Oral Research).

4.1 ARTIGO 1 - Wearable technology use for the analysis and monitoring of functions related to feeding and communication

O uso de tecnologias vestíveis para análise e monitoramento de funções relacionadas à alimentação e comunicação

Bianca Oliveira Ismael da Costa¹, Alana Moura Xavier Dantas², Liliane dos Santos Machado¹, Hilton Justino da Silva², Leandro Pernambuco¹, Leonardo Wanderley Lopes¹

¹Programa de Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde, Cidade Universitária, Universidade Federal da Paraíba – UFPB - João Pessoa (PB), Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Odontologia, Cidade Universitária, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE - Recife (PE), Brasil.

PREZADAS EDITORAS,

O uso de dispositivos e sistemas baseados em tecnologias vestíveis tem se revelado uma alternativa contemporânea para superar desafios relacionados à análise e monitoramento de funções relacionadas à alimentação e comunicação. Diante disso, esta carta tem como objetivo comentar sobre esse cenário nas áreas de mastigação, deglutição e voz. Alimentação e comunicação são atividades indispensáveis à sobrevivência humana que possuem em comum o fato de estarem ligadas a aspectos sociais e emocionais e serem dependentes de ações fisiológicas que ocorrem na região crânio-ocervical ⁽¹⁾. O ato de se alimentar acontece por meio da mastigação e deglutição e está relacionado à manutenção do estado nutricional e hídrico, além de carregar significado social, cultural, comportamental e afetivo ⁽²⁾. Já a comunicação é utilizada para a interação social, sendo a voz responsável por grande parte das informações transmitidas, transparecendo características individuais ⁽³⁾.

A prevalência de distúrbios relacionados à mastigação, deglutição e voz é de aproximadamente 30% ⁽⁴⁻⁶⁾. Dentre os principais e mais complexos desafios na atenção a esses distúrbios está o monitoramento, seja com finalidade de apoio ao diagnóstico ou no acompanhamento das mudanças comportamentais inerentes ao tratamento. É justamente nesse contexto que se vislumbra a potencial contribuição do uso de tecnologias vestíveis.

Os sistemas vestíveis para monitoramento da saúde incluem aplicativos instalados em dispositivos móveis (smartphones, tablets, smartwatches, entre outros)

que permitem coletar dados do usuário em condições naturalísticas durante as atividades de vida diária ⁽⁷⁾. Tecnologias desse tipo já existentes na área da saúde proporcionam o monitoramento de sinais vitais como frequência cardíaca, pressão arterial, frequência respiratória, saturação de oxigênio no sangue e temperatura corporal, permitindo acompanhar as mudanças que ocorrem ao longo da abordagem terapêutica ou durante um determinado período. Outras vantagens das tecnologias vestíveis incluem: documentação quantitativa; investigação fora do setting controlado pelo avaliador; automatização do tempo de análise dos dados; maior precisão por ser menos dependente do avaliador; e maior viabilidade para a rotina clínica no âmbito individual e coletivo, com maior disponibilidade e viabilidade financeira do que alguns exames instrumentais tradicionais ⁽⁸⁾. Além disso, se comparado aos métodos tradicionais, o conjunto de dados gerados pelas tecnologias vestíveis é maior e de mais fácil acesso. Em síntese, o uso de sistemas vestíveis tem a vantagem de monitorar o comportamento do indivíduo no ambiente natural, gerando dados em larga escala que permitem a construção de modelos preditivos de saúde e comportamento ⁽⁹⁾.

No caso da mastigação, o monitoramento do padrão de atividade habitual de longo prazo de músculos mastigatórios pode fornecer dados que representam com precisão a função e disfunção mandibular em configurações da vida real. Diferentes sistemas de sensores vestíveis já foram relatados para reconhecimento da mastigação, incluindo microfones ^(10,11) e sensores de proximidade intra-auriculares⁽¹²⁾, sensores de deformação ^(13,14), sensores de eletromiografia de superfície⁽¹⁵⁾ e acelerômetros⁽¹⁰⁾. Sabe-se que dispositivos deste tipo interferem minimamente no comportamento espontâneo da mastigação ⁽¹⁶⁾, o que favorece a avaliação mais precisa das capacidades funcionais, o gerenciamento da atividade muscular excessiva e o controle do bruxismo e dor. Portanto, tecnologias vestíveis usadas com esse objetivo representam um avanço consistente em relação à complexidade de configuração, preparo e execução da maioria dos recursos disponíveis para avaliação instrumental da mastigação ^(17,18).

O uso de sensores de alta resolução, em especial acelerômetros e sensores piezoelétricos, também tem contribuído para complementar o mapeamento da deglutição e seus distúrbios ^(17,19). Estes sensores captam espectros de sinais vibratórios, acústicos e de deslocamentos que ocorrem na região do pescoço ⁽⁸⁾. Portanto, contribuem para rastrear, detectar, mensurar e/ou monitorar parâmetros

isolados como o deslocamento de estruturas ^(20,21) ou a coordenação entre deglutição e outras funções como a respiração ^(19,22), por exemplo, por meio de sensores com sinais sincronizados pelo mesmo sistema de aquisição de dados ⁽⁸⁾. Esta abordagem tem incentivado o desenvolvimento de dispositivos de custo cada vez mais acessível para analisar e monitorar a deglutição em tempo real e em situações cotidianas, sobretudo durante as refeições. Estudos apontam que as tecnologias vestíveis permitem gerar algoritmos com propriedades ótimas de medida para classificar indivíduos quanto às condições de deglutição ^(20,23-26), sendo possível encontrar registros promissores do uso de métodos de aprendizagem de máquina como Redes Neurais Profundas ^(20,23,24,27), Máquinas de Vetores Suporte (SVMs - Support Vector Machines) ⁽²⁸⁾ e Análise Discriminante Linear (LDA - Linear Discriminant Analysis) ⁽²⁹⁾. A utilização de grande volume de dados (big data) para treinamento desses sistemas possibilitará definir modelos de aprendizagem profunda cada vez mais robustos e confiáveis para realizar análise automática de parâmetros de deglutição.

Quanto à voz, a maioria dos distúrbios é ocasionado por comportamento vocal abusivo nas atividades de vida diária dos indivíduos. De maneira geral, os pacientes disfônicos trazem estimativas inferiores às reais demandas vocais durante a avaliação clínica, considerando-se que os padrões de uso de voz são automáticos e habituais, e que raramente estão no nível consciente ⁽³⁰⁾. Nesse sentido, embora a avaliação vocal no contexto clínico busque mapear a produção vocal eliciando várias tarefas para dar conta da dinâmica laríngea, o uso de tecnologias vestíveis com acelerômetro e microfone na região do pescoço tem apresentado resultados promissores e elucidado questões clínicas importantes, desde o processo de avaliação até a reabilitação vocal propriamente dita ⁽³¹⁾. Por meio do uso dessas tecnologias é possível extrair medidas como dose de tempo, dose de ciclo, dose de distância, medidas acústicas e estimativas das medidas aerodinâmicas. O índice de fonotrauma diário (Daily Phonotrauma Index – DPI), por exemplo, é obtido pela coleta de dados com tecnologias vestíveis e possui acurácia superior a 85% para discriminar pacientes com lesão fonotraumática e indivíduos saudáveis ⁽³²⁾. Adicionalmente, na área de voz, as tecnologias vestíveis podem ser utilizadas para dar suporte à implementação de mudanças no comportamento vocal do paciente por meio de biofeedback ⁽³³⁾. Elas permitem monitorar o paciente em tempo real, conscientizar sobre os períodos de comportamento vocal abusivo e maximizar a aprendizagem motora com reforço dos ajustes necessários e calibração do paciente. Em síntese, o uso das tecnologias

vestíveis na área de voz permite compreender a complexa relação entre demanda vocal e resposta à demanda ⁽³⁴⁾.

Finalizamos nossas considerações salientando que os dispositivos vestíveis são capazes de monitorar de forma contínua, abrangente e simultânea uma grande quantidade de sinais de funções relacionadas à alimentação e comunicação, gerando um número de dados com potencial de melhorar a base de conhecimento para a tomada de decisão por meio de sistemas computacionais que permitem a construção de modelos preditivos de saúde e comportamento. Pacientes com dificuldades em transferir para o cotidiano os padrões de comportamentos adaptativos ou compensatórios aprendidos na clínica serão especialmente beneficiados com o uso desses recursos. Deste modo, as tecnologias vestíveis representam um avanço para os serviços de saúde. Porém, questões como preocupações com a privacidade do paciente, interoperabilidade do sistema, acesso à internet e o manejo de grande volume de dados por paciente ainda representam um desafio. Espera-se que a consolidação das evidências científicas permita a implementação de sistemas de tecnologias vestíveis no cotidiano com vistas à realização do monitoramento clínico.

REFERENCES

1. Dragone MLS. Disfonia e disfagia: interface, atualização e prática clínica. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2010;15(4):624-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342010000400026>.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2008.
3. Behlau M. Voz: o livro do especialista. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
4. Holland G, Jayasekeran V, Pendleton N, Horan M, Jones M, Hamdy S. Prevalence and symptom profiling of oropharyngeal dysphagia in a community dwelling of an elderly population: a self-reporting questionnaire survey. Dis Esophagus. 2011;24(7):476-80. <http://dx.doi.org/10.1111/j.14422050.2011.01182.x>. PMID:21385285.
5. Pernambuco LA, Espelt A, Balata PMM, Lima KC. Prevalence of voice disorders in the elderly: a systematic review of population-based studies. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2015;272(10):2601-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-014-3252-7>. PMID:25149291.
6. Cavalcante FT, Moura C, Perazzo PAT, Cavalcante FT, Cavalcante MT. Prevalence of chewing difficulty among adults and associated factors. Cien Saude

Colet. 2019;24(3):1101-10. <http://dx.doi.org/10.1590/141381232018243.10122017>. PMID:30892530.

7. Pires IM, Marques G, Garcia NM, Flórez-revuelta F, Ponciano V, Oniani S. A research on the classification and applicability of the mobile health applications. *J Pers Med*. 2020;10(1):11. <http://dx.doi.org/10.3390/jpm10010011>. PMID:32120849.

8. Sejdić E, Malandraki GA, Coyle JL. Computational deglutition: using signal- and image-processing methods to understand swallowing and associated disorders [Life Sciences]. *IEEE Signal Process Mag*. 2019;36(1):138-46. <http://dx.doi.org/10.1109/MSP.2018.2875863>. PMID:31631954.

9. Hicks JL, Althoff T, Sosic R, Kuhar P, Bostjancic B, King AC, et al. Best practices for analyzing large-scale health data from wearables and smartphone apps. *NPJ Digit Med*. 2019;2(1):45. <http://dx.doi.org/10.1038/s41746-019-0121-1>. PMID:31304391.

10. Amft O. A wearable earpad sensor for chewing monitoring. In: *Proceedings of IEEE Sensors*; 2010 Nov 1-4; Hawaii. Piscataway: IEEE; 2010. p. 222–7. <http://dx.doi.org/10.1109/ICSENS.2010.5690449>.

11. Päßler S, Wolff M, Fischer WJ. Food intake monitoring: an acoustical approach to automated food intake activity detection and classification of consumed food. *Physiol Meas*. 2012;33(6):1073-93. <http://dx.doi.org/10.1088/0967-3334/33/6/1073>. PMID:22621915.

12. Bedri A, Verlekar A, Thomaz E, Avva V, Starner T. Detecting mastication: a wearable approach. In: *Proceedings of the 2015 ACM International Conference on Multimodal Interaction*. New York: Association for Computing Machinery; 2015. p. 247–50. <http://dx.doi.org/10.1145/2818346.2820767>.

13. Farooq M, Sazonov E. Comparative testing of piezoelectric and printed strain sensors in characterization of chewing. In: *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*. Piscataway: IEEE; 2015. p. 7538-41. <http://dx.doi.org/10.1109/EMBC.2015.7320136>.

14. Fontana JM, Farooq M, Sazonov E. Automatic ingestion monitor: a novel wearable device for monitoring of ingestive behavior. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014;61(6):1772-9. <http://dx.doi.org/10.1109/TBME.2014.2306773>. PMID:24845288.

15. Castroflorio T, Bracco P, Farina D. Surface electromyography in the assessment of jaw elevator muscles. *J Oral Rehabil*. 2008;35(8):638-45. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2842.2008.01864.x>. PMID:18466277.

16. Idris G, Smith C, Galland B, Taylor R, Robertson CJ, Bennani H, et al. Relationship between chewing features and body mass index in young adolescents. *Pediatr Obes*. 2021;16(5):e12743. PMID:33079494.

17. Cooper DS, Perlman AL. Electromyography in the functional and diagnostic testing of deglutition. In: Periman A, Shulze-Delrieu K, editors. *Deglutition and its disorders: anatomy, physiology, clinical diagnosis and management*. San Diego: Singular; 1997. p. 255–85.

18. Minami I, Wirianski A, Harakawa R, Wakabayashi NMG, Murray GM. The three-axial gyroscope sensor detects the turning point between opening and closing phases of chewing. *Clin Exp Dent Res*. 2018;4(6):249-54. <http://dx.doi.org/10.1002/cre2.137>. PMID:30603106.
19. Shieh W-Y, Wang C-M, Cheng H-YK, Wang C-H. Using wearable and non-invasive sensors to verification, and clinical application. *Sensors (Basel)*. 2019;19(11):2624. <http://dx.doi.org/10.3390/s19112624>. PMID:31181864.
20. Donohue C, Mao S, Sejdić E, Coyle JL. Tracking hyoid bone displacement during swallowing without videofluoroscopy using machine learning of vibratory signals. *Dysphagia*. 2021;36(2):259-69. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-020-10124-z>. PMID:32419103.
21. Li CM, Wang TG, Lee HY, Wang HP, Hsieh SH, Chou M, et al. Swallowing training combined with game-based biofeedback in poststroke dysphagia. *PM R*. 2016;8(8):773-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.01.003>. PMID:26791426.
22. Costa MMB, Lemme EMDO. Coordination of respiration and swallowing: functional pattern and relevance of vocal folds closure. *Arq Gastroenterol*. 2010;47(1):42-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-28032010000100008>. PMID:20520974.
23. Khalifa Y, Coyle JL, Sejdić E. Non-invasive identification of swallows via deep learning in high resolution cervical auscultation recordings. *Sci Rep*. 2020;10(1):8704. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-65492-1>. PMID:32457331.
24. Mao S, Zhang Z, Khalifa Y, Donohue C, Coyle JL, Sejdic E. Neck sensor-supported hyoid bone movement tracking during swallowing. *R Soc Open Sci*. 2019;6(7):181982. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.181982>. PMID:31417694.
25. Mohammadi H, Samadani AA, Steele C, Chau T. Automatic discrimination between cough and non-cough accelerometry signal artefacts. *Biomed Signal Process Control*. 2019; 52:394-402. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bspc.2018.10.013>.
26. Steele CM, Sejdić E, Chau T. Noninvasive detection of thin-liquid aspiration using dual-axis swallowing accelerometry. *Dysphagia*. 2013;28(1):105-12. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-012-9418-9>. PMID:22842793.
27. Dudik JM, Kurosu A, Coyle JL, Sejdić E. Dysphagia and its effects on swallowing sounds and vibrations in adults. *Biomed Eng Online*. 2018;17(1):69. <http://dx.doi.org/10.1186/s12938-018-0501-9>. PMID:29855309.
28. Miyagi S, Sugiyama S, Kozawa K, Moritani S, Sakamoto SI, Sakai O. Classifying dysphagic swallowing sounds with support vector machines. *Healthcare*. 2020;8(2):1-12. PMID:32326267.
29. Steele CM, Mukherjee R, Kortelainen JM, Pölönen H, Jedwab M, Brady SL, et al. Development of a non-invasive device for swallow screening in patients at risk of oropharyngeal dysphagia: results from a prospective exploratory study. *Dysphagia*. 2019;34(5):698-707. <http://dx.doi.org/10.1007/s00455-018-09974-5>. PMID:30612234.

30. Hillman RE, Mehta DD. Ambulatory monitoring of daily voice use. *Perspect Voice Voice Disord* [Internet]. 2011;21(2):56-61. <http://dx.doi.org/10.1044/vvd21.2.56>.
31. Van Stan JH, Mehta DD, Hillman RE. Recent innovations in voice assessment expected to impact the clinical management of voice disorders. *Perspect ASHA Spec Interest Groups*. 2017;2(3):4-13. <http://dx.doi.org/10.1044/persp2.SIG3.4>.
32. Van Stan JH, Ortiz AJ, Cortes JP, Marks KL, Toles LE, Mehta DD, et al. Differences in daily voice use measures between female patients with nonphonotraumatic vocal hyperfunction and matched controls. *J Speech Lang Hear Res*. 2021;64(5):1457-70. http://dx.doi.org/10.1044/2021_JSLHR-20-00538. PMID:33900807.
33. Van Stan JH, Mehta DD, Sternad D, Petit R, Hillman RE. Ambulatory voice biofeedback: relative frequency and summary feedback effects on performance and retention of reduced vocal intensity in the daily lives of participants with normal voices. *J Speech Lang Hear Res*. 2017;60(4):853-64. http://dx.doi.org/10.1044/2016_JSLHR-S-16-0164. PMID:28329366.
34. Hunter EJ, Cantor-Cutiva LC, van Leer E, van Mersbergen M, Nanjundeswaran CD, Bottalico P, et al. Toward a consensus description of vocal effort, vocal load, vocal loading, and vocal fatigue. *J Speech Lang Hear Res*. 2020;63(2):509-32. http://dx.doi.org/10.1044/2019_JSLHR-19-00057. PMID:32078404.

Author contributions

BOIC and AMXD participated in data collection from the literature, initial letter writing, and final review; LSM, HJS, and LWL participated in letter conceptualization, supervision, letter writing, and final review.

4.2 ARTIGO 2 - Avaliação do uso de tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal: um protocolo de revisão de escopo

Alana Moura Xavier Dantas¹, Leonardo Wanderley Lopes², Naiara de Oliveira Farias³, Hilton Justino da Silva¹

¹*Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil.*

²*Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.*

³ *Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Patos, Paraíba, Brasil.*

RESUMO

Objetivo: desenvolver um protocolo de revisão de escopo que busque identificar quais procedimentos e com que finalidade as tecnologias vestíveis disponíveis na literatura estão sendo usadas nos músculos masseter e temporal.

Métodos: seguirá a abordagem recomendada pelo The Joanna Briggs Institute e as diretrizes PRISMA-P. As bases de dados a serem pesquisadas incluem PubMed, Cochrane Library, LILACS, Scopus, Web of Science, Embase e literatura cinzenta. Em uma primeira etapa, dois revisores, de forma independente, avaliarão os artigos pelos títulos e resumos, em seguida, será realizada a revisão na íntegra dos artigos selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Quaisquer incertezas ou diferenças de opinião serão discutidas para consenso. Serão incluídos artigos publicados sem restrição de data e idioma. Todos os componentes serão apresentados em tabelas e fluxogramas. Além disso, um resumo narrativo de cada componente será incluído para mais detalhes.

Considerações Finais: este protocolo irá apresentar o estado geral da literatura acerca do uso das tecnologias vestíveis na musculatura mastigatória de masseter e temporal.

Descritores: Dispositivos Eletrônicos Vestíveis; Músculo Masseter; Músculo Temporal; Músculos da Mastigação; Revisão.

ABSTRACT

Purpose: to develop a scoping review protocol that seeks to identify which procedures and for what purpose wearables available in the literature are being used on the masseter and temporal muscles.

Methods: the approach recommended by The Joanna Briggs Institute and the PRISMA-P guidelines, will follow. Databases to be searched include PubMed, Cochrane Library, LILACS, Scopus, Web of Science, Embase and grey literature. In the first step, two reviewers will independently evaluate the articles by titles and abstracts, then, a full review of the selected articles will be performed according to the inclusion and exclusion criteria. Any uncertainties or differences of opinion will be discussed for consensus. Articles published without date or language restrictions will be included. All components will be presented in tables and flow charts. In addition, a narrative summary of each component will be included for further details.

Final Considerations: this protocol will present the general state of the literature on the use of wearables in masseter and temporal masticatory muscles.

Keywords: Wearable Electronic Devices; Masseter Muscle; Temporal Muscle; Masticatory Muscles; Review

Introdução

Na década de 1960, o conceito de tecnologia vestível foi proposto pela primeira vez por Edward O Thorp¹, professor de matemática do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, nos Estados Unidos. Desde então, a tecnologia vestível tem recebido atenção considerável de pesquisadores de todo o mundo. Nos últimos anos, com o desenvolvimento da internet, hardware inteligente e big data, a tecnologia vestível desenvolveu-se rapidamente em vários campos². No campo da saúde, os dispositivos vestíveis, na forma de dispositivos médicos portáteis ou eletrônicos de saúde que podem ser usados diretamente no corpo, podem perceber, registrar, analisar, regular e intervir para manter a saúde ou até mesmo ser usados para tratar doenças com o suporte de várias tecnologias para identificação, detecção, conexão, serviços em nuvem e armazenamento³.

Ao integrar de forma inteligente as funções mecânicas com microeletrônica e poder de computação, dispositivos vestíveis podem ser usados para alcançar a detecção imediata de sinais do paciente e indicadores de laboratório e fornecer orientação de exercícios, lembretes de administração de medicamentos e assim por diante. Também é possível fazer a detecção de parâmetros dos pacientes em tempo real e uma análise on-line precisa e inteligente das informações fisiológicas e patológicas. Desta forma os dispositivos vestíveis podem ser usados para realizar o autodiagnóstico e o automonitoramento⁴.

Dispositivos de monitoramento biométrico (BMDs) são sensores incorporados em smartphones, tecnologias vestíveis (por exemplo, pulseiras, adesivos de pele) ou objetos do dia a dia (por exemplo, garrafas com tampa inteligente) que oferecem a oportunidade de coletar dados biológicos, fisiológicos ou comportamentais do paciente, continuamente, remotamente e discretamente¹. Além disso, os BMDs permitem a medição da saúde, progressão da doença e efeitos do tratamento em situações da vida real, de casas de pacientes e de participantes amplamente dispersos que vivem em locais distantes e/ou para os quais a mobilidade é limitada².

Os possíveis benefícios que as tecnologias vestíveis podem trazer para a área da saúde são diversos e o uso delas para medir resultados em pesquisas clínicas é um campo crescente e indiscutível. No entanto, ainda possuem pontos negativos como alto custo, um número elevado de informações por segundo, incorreto uso pelos pacientes, profissionais não capacitados para o uso dessas tecnologias, dificuldade de aceitação do paciente, entre outros pontos que subutilizam as tecnologias vestíveis. Quando utilizadas de forma local, como as tecnologias vestíveis para a região dos músculos mastigatórios, também possuem suas limitações como, baterias com tempo curto, necessidade do autorrelato ao comer, precisar ligar e desligar o equipamento, mais de um sensor para análise da mastigação, entre outras limitações⁵, que, nos desenvolvimentos dos novos equipamentos, têm-se tentado sanar. Por essas razões, os autores optaram por desenvolver uma revisão de escopo para mapear sistematicamente as pesquisas realizadas nesta área, bem como identificar eventuais lacunas de conhecimento. Como cada tecnologia vestível difere em componentes, função e finalidade, os pesquisadores devem estar familiarizados com todos estes parâmetros para garantir que os estudos sejam selecionados de forma adequada.

Por isso, o objetivo desse manuscrito é desenvolver um protocolo de revisão de escopo que busca identificar quais procedimentos e com que finalidade as tecnologias vestíveis disponíveis na literatura estão sendo usadas nos músculos masseter e temporal. Para isto, será necessário: (1) identificar as tecnologias vestíveis que estão sendo utilizadas em masseter e temporal; (2) avaliar as características quanto a localização, tipo e parâmetros do sensor; (3) identificar os desfechos investigados nas pesquisas com os dispositivos; (4) detalhar as características das pesquisas (amostra, população-alvo, metodologia, estágios de desenvolvimento do sensor, aplicação clínica, protocolo de uso, medidas extraídas, duração e condição do

monitoramento, indicação); e (5) observar as dificuldades relacionadas ao tema para soluções futuras.

Métodos

Antes de desenvolver o presente protocolo de revisão, as seguintes fontes foram examinadas para identificar a existência de quaisquer revisões sistemáticas ou revisões de escopo publicadas anteriormente ou atualmente em andamento sobre um tópico semelhante ou idêntico: MEDLINE (PubMed), Embase e Cochrane Database of Systematic Reviews. Nenhum documento relevante foi localizado.

Desta forma, este protocolo de revisão de escopo proposto, seguirá a abordagem recomendada pelo The Joanna Briggs Institute⁶ e o Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-P)⁷.

O registro do protocolo foi previamente realizado na OSF Registration, sob identificação osf.io/62z5t/. A metodologia para revisões de escopo foi escolhida por sua adequação para abordar o tema proposto, ou seja, a identificação e avaliação de tecnologias vestíveis utilizadas em masseter e temporal de adultos que foram descritas na literatura.

Para tal, uma pergunta de pesquisa irá nortear a realização da revisão por meio do acrônimo PCC (P–população, C–conceito e C–contexto)⁶, que é a estratégia mais adequada para esse tipo de revisão. Foi considerado para este estudo o seguinte PCC, descrito no Quadro 1.

Quadro 1. População Conceito Contexto

Mnemônico PCC	Descrição
População (P)	Adultos monitorados por sensores
Conceito (C)	Tecnologias vestíveis
Contexto (C)	Masseter e Temporal

Legenda: Mnemônico PCC (População, Conceito e Contexto)

A questão da revisão, baseada na estratégia PCC será: Quais procedimentos e com que finalidade as tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal estão sendo utilizadas?

Crerios de Elegibilidade

Os critérios de inclusão serão: estudos com tecnologias vestíveis usadas por adultos com idade entre 18 e 59 anos, em uso desses dispositivos nos músculos masseter e temporal, publicados em qualquer idioma, abrangendo todas as fontes da literatura nacional e internacional, sem restrição de tempo, avaliando a atividade desses músculos. Esta revisão considerará estudos primários, incluindo ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos não randomizados, estudos de coorte prospectivos e retrospectivos e estudos de caso-controle. Resumos de conferências, editoriais, artigos de opinião, estudos em animais, estudos in vitro e protocolos serão excluídos, devido à incapacidade de extrair parâmetros do estudo e dados de resultados.

Estratégia de busca

A estratégia de busca para esse protocolo de revisão de escopo terá como objetivo ser o mais abrangente possível, a fim de identificar os estudos publicados e não publicados. Uma estratégia de busca em três etapas será utilizada.

A primeira etapa será uma pesquisa inicial em artigos relevantes. Para composição da estratégia de busca no MEDLINE, foram resgatadas as palavras do texto contidas no título e resumo, e as palavras-chaves usadas para descrever o artigo.

Essa busca inicial é seguida por uma segunda pesquisa, que será adaptada para cada base de dados. Na sequência, a lista de referência de todos os relatórios e artigos incluídos será pesquisada para estudos adicionais. Para inclusão nesta revisão, nenhum filtro ou restrição de idioma será aplicado na pesquisa.

As bases de dados a serem pesquisadas incluem MEDLINE, Cochrane Library, Scopus, Web of Science e Embase. As fontes de estudos não publicados e literatura cinzenta serão Google Scholar, ProQuest e MedNar. A estratégia de pesquisa inicial que será usada ao pesquisar o banco de dados MEDLINE (PubMed) é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2. Estratégia de busca - Medline via PubMed (pesquisa realizada em 27 de outubro de 2022)

Busca	Palavra-chave	Registros encontrados
#1	(«monitoring, physiologic»[MeSH Terms] OR «monitoring physiologic»[All Fields] OR «physiological monitoring»[All Fields] OR «Patient Monitoring»[All Fields] OR «monitor»[All Fields] OR «monitoring system»[All Fields] OR «wearable health monitoring»[All Fields] OR «activities of daily life»[All Fields])	374.096 resultados
#2	(«accelerometry»[MeSH Terms] OR «accelerometry»[All Fields] OR «inventions»[MeSH Terms] OR «inventions»[All Fields] OR «machine learning»[MeSH Terms] OR «machine learning»[All Fields] OR «telemedicine»[MeSH Terms] OR «telemedicine»[All Fields] OR «wearable electronic devices»[MeSH Terms] OR «wearable electronic device»[All Fields] OR «signal processing, computer assisted»[MeSH Terms] OR «smartphone»[MeSH Terms] OR «smartphone»[All Fields] OR «mobile applications»[MeSH Terms] OR «mobile applications»[All Fields] OR «computer neural network»[All Fields] OR «accelerometer»[All Fields] OR «mobile health»[All Fields] OR «wearable technology»[All Fields] OR «wearable devices»[All Fields] OR «wearable technologies»[All Fields] OR «wearable device»[All Fields] OR «digital signal processing»[All Fields] OR «wearable electronic device»[All Fields] OR «wearable electronic devices»[All Fields] OR «sensor»[All Fields])	412.645 resultados
#3	(«masticatory muscles»[MeSH Terms] OR «masticatory muscles»[All Fields] OR «masseter muscle»[MeSH Terms] OR «masseter muscle»[All Fields] OR «temporal muscle»[MeSH Terms] OR «temporal muscle»[All Fields] OR «mastication»[MeSH Terms] OR «mastication»[All Fields] OR «masticatory muscle»[All Fields] OR «muscle activity»[All Fields] OR «masseter muscles»[All Fields] OR «temporal muscles»[All Fields] OR «chewing»[All Fields])	53.294 resultados
#4	#1 AND #2 AND #3	172 resultados

Seleção dos estudos

Após a pesquisa, todos os registros identificados serão coletados e carregados no software de gerenciamento de referência EndNote (Clarivate Analytics, PA, EUA) e as duplicatas removidas. Em seguida, os estudos serão importados para o Rayyan (Qatar Computing Research Institute, Doha, Qatar), onde dois revisores completarão a triagem de títulos e resumos de forma cega e independente, como permitido pelo aplicativo, e os estudos selecionados serão avaliados de acordo com os critérios de inclusão pré-definidos. Estudos potencialmente relevantes serão recuperados e lidos na íntegra. O texto completo será, então, avaliado em detalhes em relação aos critérios de inclusão pelos dois revisores independentes. As razões para a exclusão de artigos de texto completo serão registradas e relatadas na revisão de escopo. Quaisquer divergências que surjam entre os revisores em cada etapa do processo de seleção serão resolvidas por um terceiro revisor ou por meio de discussão. Os resultados da busca serão reportados na íntegra na revisão de escopo, de acordo com PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR) e apresentado em um diagrama de fluxo PRISMA⁸.

Extração dos dados

A extração de dados será realizada pelos dois revisores de forma independente usando uma ferramenta de extração de dados desenvolvida pelos revisores. As principais informações a serem extraídas incluirão tipo de tecnologia, tipo do sensor, sensores integrados, comparação com outro sensor, tempo de uso, local do experimento, finalidade, aplicação clínica, metodologia, amostra, tempo de bateria, parâmetros utilizados (frequência, filtro, etc.), entre outros. Esta revisão de escopo ajudará a orientar os profissionais de saúde na escolha do instrumento mais apropriado para diversas finalidades. Além disso, vários componentes de cada estudo serão extraídos e resumidos. A ferramenta desenvolvida para extrair os dados será modificada de acordo com o processo de extração de dados e das fontes de evidência selecionadas. A forma de extração é apresentada no Quadro 3.

Quadro 3. Instrumento de extração dos dados

Título do artigo:	
Autor(es):	
Ano de publicação:	
Revista:	
Instituição(ões) onde o estudo foi realizado:	
POPULAÇÃO	
Tamanho da amostra:	
Sexo:	
Faixa etária:	
Condição médica:	
CONCEITO	
Tecnologia vestível usada:	
Tipo do sensor:	
Sensores integrados:	
Comparação com outro sensor:	
Tempo de uso:	
Local do experimento:	
Finalidade:	
Aplicação clínica:	
Metodologia:	
Estágio de desenvolvimento do sensor:	
Tempo de Bateria:	
Parâmetros usados no sensor:	
Aspectos críticos do dispositivo:	
CONTEXTO	
Local de fixação do sensor:	
Condição do monitoramento:	

Análise e apresentação dos dados

Os dados serão avaliados de acordo com os objetivos da pesquisa, caracterizando as metodologias usadas nos estudos, de forma quantitativa e

qualitativa. Os achados desta revisão serão úteis para os profissionais selecionarem um tipo de tecnologia vestível adequada para cada tipo de indicação no dia a dia clínico, além de nortear as pesquisas quanto à necessidade de novas pesquisas em áreas específicas.

Todos os componentes serão apresentados em tabelas e fluxogramas. Além disso, um resumo narrativo de cada componente será incluído para fornecer mais detalhes, associando os resultados encontrados com os objetivos e a questão da pesquisa.

Discussão

As tecnologias vestíveis (Wearable Technologies) são acessórios utilizados com função de transmitir dados, via internet, para monitoramento de funções vitais do corpo humano, dentre outras funções. Dispositivos de saúde personalizados fornecem aos seus usuários dados instantâneos de suas atividades e permitem que eles rastreiem métricas avançadas de desempenho, incluindo contagem de passos, frequência cardíaca, porcentagem de gordura corporal, qualidade do sono, níveis de estresse, ciclo menstrual e janelas de fertilidade⁹.

Um dos objetivos desses dispositivos e aplicativos é fornecer feedback em tempo real aos pacientes para que eles realmente vejam dados que ilustrem como seus comportamentos destrutivos os afetam fisicamente, fornecendo motivação adicional para gerenciar sua saúde de forma mais proativa. Os profissionais de saúde precisam ser capazes de acessar e interpretar dados de saúde personalizados, bem como destilá-los em pontos de ensino utilizáveis. No passado, os médicos muitas vezes adotavam uma abordagem autoritária para a educação em saúde e condicionamento físico, que pouco contribuía para incentivar a participação ativa do paciente. Ao empregar uma abordagem centrada no paciente, utilizando dados coletados de dispositivos vestíveis, os profissionais de saúde têm a oportunidade de trabalhar em conjunto com os pacientes para transmitir habilidades e comportamentos mensuráveis de maneira real e tangível, com a capacidade de acompanhar esse progresso ao longo do tempo, reduzindo os custos com saúde¹⁰.

Além disso, os desenvolvimentos em aprendizado profundo, um ramo do aprendizado de máquina, demonstraram cada vez mais promessas para o uso clínico de wearables na área da saúde. A integração de tecnologia vestível e algoritmos de

aprendizado profundo no caminho clínico pode auxiliar no processamento e análise de imensos volumes de dados para potencialmente auxiliar na fenotipagem de novas doenças, vigilância de doenças e tomada de decisões complexas¹¹.

No entanto, atualmente no âmbito dos wearables, a maioria dos dados coletados não é usada para construir modelos preditivos que são integrados sucessivamente no cenário clínico. E a atual busca de conhecimento em torno dos wearables ainda está centrada principalmente em aspectos técnicos como design, confiabilidade e validade em ambientes controlados¹². Embora esse tipo de evidência continue sendo importante, a próxima fase em direção à adoção clínica será a capacidade de transformar de forma precisa e confiável os dados fisiológicos coletados por wearables em uma decisão clínica significativa, pois os diagnósticos clínicos atuais geralmente fornecem decisões comparando dados fisiológicos com vários limites definidos heurísticamente. No entanto, este esquema só é bom para um especialista humano, mas não para uma máquina fictícia. Um médico treinado pode consolidar todos os dados necessários e substituir números relevantes por informações intuitivas para finalizar seu diagnóstico, mas uma máquina não pode realizar tais substituições. O diagnóstico computadorizado visa substituir a intuição humana por vários algoritmos abrangentes e critérios complicados. No entanto, a substituição ainda não foi alcançada. Assim, a assistência informatizada ideal deve avaliar a significância estatística das conclusões e ampliar o escopo de especialistas humanos para realizar investigações demoradas e de grande quantidade, bem como não imitar os processos humanos. Os avanços tecnológicos melhoraram as inferências para trás e para frente para fornecer novas evidências para o julgamento de qualidade por especialistas humanos¹³.

Muito além do diagnóstico, o papel dos dispositivos vestíveis no paradigma da p-health, ou seja, participação, prevenção, previsão, preempção, pervasiva e personalizada, tem sido destacado¹⁴. Com diversas tecnologias essenciais para o monitoramento de pacientes, dispositivos sem fio e microchips contribuem para o sucesso de futuras aplicações¹⁵. Para monitorar doenças crônicas e realizar cuidados preventivos, a computação pervasiva é necessária para buscar a aceitação dos pacientes¹⁶.

No entanto, existem muitas dificuldades a serem enfrentadas, incluindo altos custos para miniaturizar as tecnologias e torná-las leves, bateria, sensores para

implementação de conectividade, questões éticas, legais, segurança de dados, de confiabilidade e de prestação de serviços correlatos entre os serviços de saúde⁹.

Atualmente, não há uma literatura que compile as tecnologias vestíveis em masseter e temporal que descrevam as atividades desses músculos. Uma revisão de escopo irá preencher as lacunas existentes na literatura, fornecendo base de conhecimento sobre como têm sido conduzidas as pesquisas na área, compreendendo o impacto dessas tecnologias cientificamente ou clinicamente. Uma pesquisa inicial foi realizada na Cochrane Database of Systematic Reviews, JBI Evidence Synthesis e PubMed em 23 de maio de 2022 e não revelou qualquer revisão de escopo existente ou revisões sistemáticas sobre este tópico.

Assim, o objetivo desta revisão de escopo é responder à pergunta de pesquisa, por meio de um mapeamento do perfil das publicações, e planejar estratégias futuras de intervenção por meio de novos estudos, preenchendo as lacunas que ainda precisam ser mais investigadas.

A relevância deste protocolo de revisão de escopo encontra-se em compilar e divulgar as tecnologias vestíveis que estão sendo estudadas, sendo de grande importância tanto para a prática clínica, referente aos dispositivos que já estão em uso clínico, quanto para a área científica, no avanço das pesquisas dos dispositivos que ainda estão em fase de teste para progredirem até seu uso clínico e não serem desperdiçados. Por se tratar de uma revisão de escopo, não serão avaliados a qualidade metodológica e o risco de viés existente nos estudos. Poderão ser necessários ajustes na estratégia de busca durante o processo, considerando o caráter investigativo das revisões de escopo.

Considerações Finais

A compreensão das pesquisas que estão sendo desenvolvidas com tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal, por meio do mapeamento e da exposição dos resultados aqui propostos, permitirá aos profissionais o conhecimento da literatura atual e sua aplicação clínica, revelando uma análise sobre o tema, para identificar possíveis lacunas que possam ser sanadas em estudos futuros e uma prática clínica apoiada em evidências.

Informações Adicionais

Fonte de financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Conflito de interesse: Inexistente

Contribuições dos autores: AMXD e NOF participaram da elaboração do método e redação da primeira versão do artigo; LWL e HJS participaram da concepção, orientação sobre a condução metodológica e revisão crítica da versão final do artigo.

Referências

1. Amft O, Tröster G. On-body sensing solutions for automatic dietary monitoring. *IEEE Pervasive Comput.* 2009;8(2):62-70. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2009.32>.
2. Khan Y, Ostfeld AE, Lochner CM, Pierre A, Arias AC. Monitoring of vital signs with flexible and wearable medical devices. *Adv Mater.* 2016;28(22):4373-95. <https://doi.org/10.1002/adma.201504366>. PMID: 26867696.
3. Haghi M, Thurow K, Stoll R. Wearable devices in medical internet of things: scientific research and commercially available devices. *Healthc Inform Res.* 2017;23(1):4-15. <https://doi.org/10.4258/hir.2017.23.1.4>. PMID: 28261526.
4. Guk K, Han G, Lim J, Jeong K, Kang T, Lim EK et al. Evolution of wearable devices with real-time disease monitoring for personalized healthcare. *Nanomaterials.* 2019;9(6):1-23. <https://doi.org/10.3390/nano9060813>. PMID: 31146479.
5. Liu J, Johns E, Atallah L, Pettitt C, Lo B, Frost G et al. An intelligent food-intake monitoring system using wearable sensors. *Proc 9th Int Conf Wearable Implantable Body Sens Netw.* 2012:154-60.
6. Peters MDJ, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker DSC. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *Int J Evid Based Heal.* 2015;13(3):141-6. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000050>. PMID: 26134548.
7. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Prisma T. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336-41. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>. PMID: 19621072.
8. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Ann Intern Med.* 2018;169(7):467-73. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>. PMID: 30178033.
9. Chan M, Estève D, Fourniols JY, Escriba C, Campo E. Smart wearable systems: current status and future challenges. *Artif Intell Med.* 2012; 56(3):137-56. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2012.09.003>. PMID: 23122689.

10. Alvarez C, Greene J, Hibbard J, Overton V. The role of primary care providers in patient activation and engagement in self-management: a cross-sectional analysis. *BMC Health Serv Res*. 2016;16(1):1-8. <https://doi.org/10.1186/s12913-016-1328-3>. PMID: 26969293.
11. Waring J, Lindvall C, Umeton R. Automated machine learning: Review of the state-of-the-art and opportunities for healthcare. *Artif Intell Med*. 2020;104(October 2019):101822. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2020.101822>. PMID: 32499001.
12. Khundaqji H, Hing W, Furness JCM. Smart shirts for monitoring physiological parameters: scoping review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020;8(5):e18092. <https://doi.org/10.2196/18092>. PMID: 32348279.
13. Tang WH, Ho WH, Chen YJ. Data assimilation and multisource decision-making in systems biology based on unobtrusive internet of-things devices. *Biomed Eng Online*. 2018;17(s2):1-13. <https://doi.org/10.1186/s12938-018-0574-5>. PMID: 30396337.
14. Teng XF, Zhang YT, Poon CCY, Bonato P. Wearable medical systems for p-Health. *IEEE Rev Biomed Eng*. 2008;1:62-74. <https://doi.org/10.1109/RBME.2008.2008248>. PMID: 22274900.
15. Jara AJ, Zamora-Izquierdo MA, Skarmeta AF. Interconnection framework for mHealth and remote monitoring based on the internet of things. *IEEE J Sel Areas Commun*. 2013;31(9):47-65. <https://doi.org/10.1109/JSAC.2013.SUP.0513005>.
16. Tentori M, Hayes GR, Reddy M. Pervasive computing for hospital, chronic, and preventive care. *Found Trends Human-Computer Interact*. 2011;5(1):1-95. <https://doi.org/10.1561/11000000024>

4.3 ARTIGO 3 - Avaliação do uso de dispositivos vestíveis nos músculos masseter e temporal: uma revisão de escopo

Evaluating the use of wearables in the masseter and temporal muscles: A scoping review

Alana Moura Xavier Dantas¹, Leonardo Wanderley Lopes², Naiara de Oliveira Farias³, Jhony Herick Cavalcanti Nunes Negreiros¹; Aline Natália Simões de Almeida¹; Hilton Justino da Silva¹.

1. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil.
2. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.
3. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Patos, Paraíba, Brasil.

Hilton Justino da Silva, Departamento de Fonoaudiologia, Recife, Pernambuco, 50740-520, Brasil. E-mail: hiltonfono@hotmail.com

RESUMO

Objetivo: Fornecer uma abrangente busca de como as pesquisas estão utilizando as tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal, e examinar esses estudos para auxiliar os pesquisadores na tomada de decisão teórico-metodológico de novas pesquisas. **Métodos:** Foi realizada uma revisão de escopo da literatura. Os bancos de dados online PubMed, Cochrane, Web of Science e Embase foram pesquisados em busca de estudos publicados sobre o tema, sem restrição de idioma ou tempo de publicação. **Resultados:** Dezoito artigos foram incluídos, publicados entre 2016 e 2022. As tecnologias vestíveis mais descritas foram do tipo óculos e eletromiógrafo vestível/ambulatorial, com sensores piezoelétricos, acelerômetros e EMG, sendo o FLA o protótipo mais utilizado. Essas tecnologias foram utilizadas principalmente para o diagnóstico do bruxismo, avaliação da mastigação e para monitoramento dietético, em ambiente livre ou laboratorial. **Considerações finais:** As tecnologias vestíveis em masseter e temporal são utilizadas principalmente para diagnóstico de bruxismo e monitoramento dietético, como contagem de mordidas. Os trabalhos limitam a

tecnologia utilizada a poucas condições clínicas, e existe bastante variabilidade metodológica entre os estudos, inclusive quando utilizam o mesmo músculo.

Palavras-chave: Acelerometria, Músculo Masseter, Dispositivos Eletrônicos Vestíveis, Músculo Temporal.

ABSTRACT

Objective: Provide a comprehensive overview of research utilizing wearable technologies in the masseter and temporal muscles to facilitate comparison of studies and application of devices suitable for use in clinical settings. **Methods:** A scoping review of the literature was carried out. The online databases PubMed, Cochrane, Web of Science and Embase were searched for published studies on the topic, without restrictions on language or publication time. **Results:** Eighteen articles were included, published between 2016 and 2022. The most described wearable technologies were glasses and wearable/ambulatory electromyography, with piezoelectric sensors, accelerometers and EMG, with the FLA being the most used prototype. These technologies were mainly used for the diagnosis of bruxism, assessment of chewing and for dietary monitoring, in a free or laboratory environment. **Conclusion:** Masseter and temporalis wearable technologies are primarily used for bruxism diagnosis and dietary monitoring, such as bite counts. The studies limit the technology used to a few clinical conditions, and there is considerable methodological variability between studies, even when they use the same muscle.

Key words: Accelerometry, Masseter Muscle, Wearable Electronic Devices, Temporal Muscle.

INTRODUÇÃO

Os músculos da região orofacial estão envolvidos em várias atividades funcionais, incluindo mastigação, respiração, fala, deglutição, tosse e espirro. Assim como nos comportamentos parafuncionais orais, que se referem coletivamente a comportamentos diferentes daqueles exigidos ou associados a demandas funcionais mandibulares esperadas (OHRBACH R, et al., 2008).

Os métodos tradicionais que avaliam os músculos mastigatórios são a eletromiografia (EMG) que é considerada o método padrão-ouro para avaliar a atividade mastigatória. Ela pode identificar com precisão os episódios mastigatórios e suas características, como tempo de ocorrência, amplitude, duração e ritmo, ou seja, a taxa de frequência dos eventos mastigatórios (PO JM, et al., 2011). Quanto ao monitoramento da ingestão de alimentos, os métodos tradicionais são dependentes em grande parte de técnicas de autorrelato, por meio de recordações das últimas 24 horas, registros alimentares e perguntas sobre a frequência alimentar. A abordagem das técnicas de geração de relatórios é simples, não requer treinamento do usuário e é de baixo custo; no entanto, pode ser cansativo, as taxas de adesão a longo prazo são baixas e a má interpretação deliberada do alimento ingerido levou a relatórios tendenciosos, pois depende da manutenção manual de registros (KALANTARIAN H, et al., 2017).

As tecnologias vestíveis, são conhecidas também como “dispositivos vestíveis” ou simplesmente “vestíveis”, para se referir a dispositivos eletrônicos miniaturizados usados no corpo humano ou próximos dele (SMUCK M, et al., 2021). E tiveram sua receita anual triplicada desde 2014, atingindo US\$ 80 bilhões em 2020, e podendo chegar a US\$ 138 bilhões até 2025. Cada vez mais, essas tecnologias oferecem ao consumidor o monitoramento da saúde, proporcionando sua melhoria, seja no acompanhamento supervisionado dos profissionais da saúde ou do próprio paciente. Desta forma, a comunicação entre profissionais e pacientes se torna mais fácil e rápida, o que auxilia na prevenção e acompanhamento de doenças. E para trazer esses benefícios, nos últimos anos, o foco em desenvolver muitos gadgets e dispositivos inteligentes que utilizam sensores para captar informações de diferentes partes do corpo humano, aumentaram (ALMALCHY MT, et al., 2018).

No entanto, fazer o monitoramento da atividade dos músculos da mastigação em tempo real com o usuário em ambiente livre é uma tarefa complexa que requer um dispositivo capaz de lidar com muitas variáveis e parâmetros. Por isso até recentemente, a escassez de dispositivos sem fio em miniatura impedia o monitoramento discreto da atividade desses músculos em ambientes naturais. E avanços recentes em pequenos sensores sem fio foram abrindo novas oportunidades para a coleta de sinais fisiológicos através do uso de smartphones para captação e registro dos dados. Por exemplo, um dispositivo vestível de eletromiografia para monitoramento da atividade dos músculos da mastigação (AMM) durante atividades

de rotina em indivíduos começaram recentemente a ser descritos. Os wearables EMG são práticos, pois são passivos e monitoram a atividade muscular em ambientes naturais com pouca intervenção por parte do paciente ou profissional. Além disso, pode ser facilmente implementado em hospitais/laboratórios ou de forma remota para monitoramento em configurações confortáveis para os pacientes, como suas casas. O uso bem-sucedido de um wearable em ambientes domésticos pode permitir que possíveis associações entre atividades musculares excessivas, bruxismo, disfunção e dor sejam investigadas e gerenciadas via biofeedback (PRASAD S, et al., 2019).

Sem dúvida, a odontologia de precisão será impulsionada por dados, pois os dispositivos vestíveis acumulam grandes quantidades de dados. Algoritmos de inteligência artificial (IA) e técnicas de aprendizado de máquina podem então ser usados para extrair conhecimento desses dados acumulados. Usando essas técnicas, grandes volumes de dados podem ser rapidamente avaliados quase em tempo real para complementar os métodos clínicos tradicionais. No entanto, os benefícios dessas técnicas precisam ser avaliados contra possíveis problemas que possam surgir, pois as tecnologias não são isentas de desafios como a disponibilidade dos dados, falta de padrão que permite a troca e reutilização dos dados, viés, robustez, responsabilidade, recursos e sustentabilidade para armazenar e transmitir essa quantidade de dados (SCHWENDICKE F, et al., 2022).

A tecnologia móvel e seus dispositivos vem provando sua eficácia quando utilizadas na área da saúde médica de forma primitiva. Além de que o progresso nessa área, a torna uma ferramenta promissora para futuros estudos em larga escala com os músculos mastigatórios em geral. Por isso o objetivo do nosso trabalho foi mapear o uso das tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal, e examinar esses estudos para auxiliar os pesquisadores na tomada de decisão teórico-metodológico de novas pesquisas.

MÉTODOS

Foi realizada uma revisão de escopo da literatura, de acordo com as recomendações do The Joanna Briggs Institute e o Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-P) (TRICCO AC, et al., 2018), repetindo o que foi proposto no protocolo (DANTAS AMX, et al., 2023) registrado na OSF Registration, sob identificação osf.io/62z5t/. Para

inclusão nesta revisão de escopo, o estudo preencheu os seguintes critérios: (1) estudo clínico com adultos de idade entre 18 e 59 anos usando dispositivos vestíveis, (2) uso desses dispositivos nos músculos masseter e temporal.

As bases de dados pesquisadas foram MEDLINE, Cochrane Library, Web of Science e Embase, para estudos sem restrição de idioma ou tempo de publicação e não foram utilizados filtros. Os Medical Subject Headings (MeSH) utilizados foram: Monitoring, Physiologic; Accelerometry; Inventions; Machine Learning; Telemedicine; Wearable electronic device; Signal Processing, Computer-Assisted; Smartphone; Mobile Applications; Masticatory muscles; Masseter muscle; Temporal muscle; Mastication.

Os termos livres utilizados foram: Physiological Monitoring; Patient Monitoring; monitor; Monitoring system; wearable health monitoring; activities of daily life; Computer Neural Network; accelerometer; Mobile Health; Wearable Technology; Wearable Devices; Wearable Technologies; Wearable Device; Digital Signal Processing; Wearable electronic devices; sensor; Masticatory Muscle; muscle activity; Masseter Muscles; Temporal Muscles; Chewing.

A coleta e análise de dados, foi realizada por dois autores de forma simultânea e independente, no aplicativo Rayyan (Qatar Computing Research Institute, Doha, Qatar).

Esta revisão considerou estudos primários, incluindo ensaios clínicos randomizados, ensaios clínicos não randomizados, estudos de coorte prospectivos e retrospectivos e estudos de caso-controle. Resumos de conferências, editoriais, artigos de opinião, estudos em animais, revisões da literatura, estudos com animais e estudos in vitro foram excluídos.

A avaliação de risco de viés não foi aplicável para esta revisão, uma vez que o objetivo era fornecer uma visão o mais abrangente possível. Os artigos que atenderam a todos os critérios acima mencionados foram selecionados para responder a questão de pesquisa e tiveram seu dados extraídos para inclusão em uma planilha elaborada no protocolo (DANTAS AMX, et al., 2023).

RESULTADOS

Do total de 833 artigos, 251 foram removidos pois estavam duplicados nas bases de dados, 548 foram excluídos após a leitura de seus títulos e resumos, seguido de 16 exclusões após leitura do texto na íntegra. Desta forma, dezoito estudos foram incluídos nesta revisão (Figura 1). Eles foram publicados entre 2016 e 2022, sendo que quase 45% foram publicados a partir do ano de 2020. As características dos estudos são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Informações gerais dos estudos.

Primeiro autor e ano	Amostra	Finalidade	Objetivo
Maeda et. al., 2019	20	BRUXISMO	Diagnóstico de bruxismo do sono com EMG masseter
Saito et al., 2019	33	BRUXISMO	Diagnóstico de bruxismo
Prasad et al., 2021	53	BRUXISMO	Diagnóstico preciso da atividade muscular mastigatória, durante as atividades físicas.
Eisenhardt et al., 2021	3	BRUXISMO	Monitoramento confiável da atividade de ranger os dentes e biofeedback
Sakuma et al., 2022	20	BRUXISMO	Diagnóstico de bruxismo
Yamaguchi et al., 2017	1	MASTIGAÇÃO	Caracterizar a dinâmica da mastigação através da extração manual de características de uma sequência mastigatória segmentada
Chung et al., 2017	10	MASTIGAÇÃO	Monitorar de forma automática e objetiva os comportamentos ingestivos em comparação com outras atividades faciais através de células de carga embutidas em um par de óculos (glassense).
Prasad et al., 2019	12	MASTIGAÇÃO	Testar um dispositivo sem fio assistido por smartphone para avaliar a

			EMG do masseter em indivíduos em Movimento livre realizando atividades rotineiras.
Wang et al., 2021	15	MASTIGAÇÃO	Detectar a dinâmica da mastigação e inferir os tipos de alimentos.
Farooq et al., 2016	10	MONITORAMENTO DIETÉTICO	Detectar a ingestão de alimentos mesmo quando o indivíduo está fisicamente ativo.
Farooq et al., 2017	10	MONITORAMENTO DIETÉTICO	Reconhecer a ingestão de alimentos sob condições controladas em laboratório e em vida livre.
Huang et al., 2017	7	MONITORAMENTO DIETÉTICO	Fornecer informações detalhadas sobre o horário de ingestão, número de ciclos mastigatórios e a ampla categoria de alimentos ingeridos.
Farooq., 2018	10	MONITORAMENTO DIETÉTICO	Detectar ingestão de alimentos.
Chung et al., 2018	10	MONITORAMENTO DIETÉTICO	Monitorar automaticamente e objetivamente o comportamento alimentar.
Zhang et al., 2020	10	MONITORAMENTO DIETÉTICO	Detectar eventos alimentares.
Nicholls et al., 2022	36	MONITORAMENTO DIETÉTICO	Monitorar comportamento alimentar e fornecer feedback em tempo real sobre este comportamento para alimentação consciente.
Hossain et al., 2020	15	FORÇA DE MASTIGAÇÃO	Usar sensores vestíveis para estimar a força de mastigação de alimentos reais.
Wang et al., 2021	8	LADO DE MASTIGAÇÃO	Detectar os lados da mastigação com precisão, usando sensores vestíveis

Fonte: DANTAS AMX, et al. 2024; dados extraídos de artigos das bases de dados (MEDLINE, Cochrane Library, Web of Science e Embase).

Os resultados indicaram que as tecnologias vestíveis estão sendo pesquisadas para auxiliar em condições dos músculos da mastigação em indivíduos normais e disfuncionais, como no diagnóstico do bruxismo do sono e de vigília, monitoramento dietético para combater a obesidade e avaliação fisiológica da mastigação. A média da faixa etária dos sujeitos avaliados nos estudos foi de $25,1 \pm 5,6$; somando as amostras teve-se um total de 283 sujeitos, e na maioria dos estudos da amostra continha mais homens que mulheres, porém um dos estudos realizou uma pesquisa somente com mulheres (n=53) (PRASAD S, et al., 2021), por isso no total contém mais mulheres que homens.

Os gravadores ambulatoriais de EMG foram estudados para avaliar o diagnóstico do bruxismo do sono (MAEDA M, et al., 2020; SAKUMA T, et al., 2022) e/ou vigília (SAITO T, et al., 2022), monitoramento/tratamento do bruxismo de vigília (EISENHARDT LE, et al., 2021) e para associação entre atividade muscular mastigatória e a atividade física (PRASAD S, et al., 2021), no qual o dispositivo vestível mais utilizado foi o FLA-500-SD (MAEDA M, et al., 2020; SAITO M, et al., 2022; SAKUMA T, et al., 2022). As fotos dos dispositivos foram fornecidas em todos os artigos. Dois estudos compararam a EMG vestível com a avaliação padrão de referência por dados de EMG usando polissonografia com gravação audiovisual (PSG-AV) (MAEDA M, et al., 2020; SAKUMA T, et al., 2022).

Tabela 2 - Características dos estudos de bruxismo

Primeiro autor e ano	Tecnologia vestível	Tipo de sensor	Sensor comparativo
Maeda et. al., 2019	EMG VESTÍVEL	EMG	Polissonografia
Saito et al., 2019	EMG VESTÍVEL	EMG	Nenhum
Prasad et al., 2021	EMG VESTÍVEL	EMG	Nenhum
Eisenhardt et al., 2021	EMG VESTÍVEL	EMG	Nenhum
Sakuma et al., 2022	EMG VESTÍVEL	EMG	Polissonografia

Fonte: DANTAS AMX, et al. 2024; dados extraídos de artigos das bases de dados (MEDLINE, Cochrane Library, Web of Science e Embase).

Alguns estudos desenvolveram um aplicativo que pode ser usado pelo paciente para visualizar/monitorar seus dados em tempo real (EISENHARDT LE, et al., 2021; PRASAD S, et al., 2021), enquanto a forma de análise de dados dos demais estudos foi de forma convencional (MAEDA M, et al., 2020; SAITO M, et al., 2022). Eletrodos

foram conectados aos dispositivos por meio de fios (EISENHARDT LE, et al., 2021), enquanto quatro estudos utilizaram eletrodos sem fio (MAEDA M, et al., 2020; PRASAD S, et al., 2021; SAITO T, et al., 2022; SAKUMA T, et al., 2022). Todas as peles foram limpas com álcool e os eletrodos foram fixados preferencialmente no lado mastigatório de forma unilateral com base na autoconsciência do participante (MAEDA M, et al., 2020; PRASAD S, et al., 2021; SAITO T, et al., 2022; SAKUMA T, et al., 2022). O local de registro predominante foi o músculo masseter (EISENHARDT LE, et al., 2021; MAEDA M, et al., 2020; PRASAD S, et al., 2021; SAITO T, et al., 2022; SAKUMA T, et al., 2022).

O registro das análises foi baseado em gravações de uma média 6 horas (SAITO T, et al., 2022), 1h (EISENHARDT LE, et al., 2021), 12h por dias em 2 dias não consecutivos (PRASAD S, et al., 2021) e duas noites não consecutivas de sono com 6h ou mais (MAEDA M, et al., 2020; SAKUMA T, et al., 2022). Os estudos foram realizados em laboratório (EISENHARDT LE, et al., 2021; MAEDA M, et al., 2020), ambiente livre (SAITO T, et al., 2022) e em casa/ambiente livre e no laboratório (PRASAD S, et al., 2021; SAKUMA T, et al., 2022).

No entanto as calibrações variaram bastante, antes de dormir e após levantar, era necessário realizar contração voluntária máxima (CVM), batidas, trituração, abertura voluntária máxima da boca, deglutição, tosse e mascar chiclete no lado livre, lado direito e lado esquerdo foram registrados como movimentos de calibração (MAEDA M, et al., 2020). No início e no final da medição, a CVM foi executada como um exercício de calibração (PRASAD S, et al., 2021; SAITO T, et al., 2022). A calibração quanto ao valor de repouso individual e o valor limite para um evento de ranger, era realizado sem nenhum movimento do participante (EISENHARDT LE, et al., 2021), de acordo com os valores bases do equipamento. A contração voluntária máxima (CVM) foi realizada imediatamente antes de ir para a cama e logo após acordar, e o período entre esses pontos de tempo foi definido como tempo de sono (SAKUMA T, et al., 2022).

Para avaliação da mastigação, o equipamento convencional de EMG de laboratório ou hospital geralmente é caro, relativamente grande e restringe o movimento durante a gravação. Porém existem métodos de avaliação da mastigação que são divididos em três categorias: métodos baseados em imagem, métodos baseados em sensores ambientais e métodos baseados em sensores vestíveis. Métodos baseados em sensores vestíveis podem incorporar vários sensores em

dispositivos vestíveis. Os sensores comumente usados incluem microfone; sensor piezoelétrico, EMG (PRASAD S, et al., 2019; YAMAGUCHI T, et al., 2018), célula de carga (CHUNG J, et al., 2017) e sensor de movimento (WANG S, et al., 2021). Esses sensores foram utilizados para caracterizar a dinâmica da mastigação (WANG S, et al., 2021), avaliar a atividade do masseter (YAMAGUCHI T, et al., 2018), testar a precisão de um dispositivo sem fio EMG para detectar a contração do músculo masseter (PRASAD S, et al., 2019) e monitorar o comportamento de ingestão em comparação com outras atividades faciais (CHUNG J, et al., 2017), no qual a tecnologia vestível mais utilizada foi a EMG vestível (PRASAD S, et al., 2019; YAMAGUCHI T, et al., 2018), porém o óculos (CHUNG J, et al., 2017) e a faixa de cabeça (WANG S, et al., 2021) também foram utilizadas, no entanto todos os dispositivos vestíveis utilizados foram diferentes. Dois estudos compararam os resultados dos dispositivos com a EMG convencional (PRASAD S, et al., 2019; YAMAGUCHI T, et al., 2018). As fotos dos dispositivos foram fornecidas em todos os artigos.

Tabela 3 - Características dos estudos de mastigação

Primeiro autor e ano	Tecnologia vestível	Tipo de sensor	Sensor comparativo
Yamaguchi et al., 2017	EMG vestível	EMG	EMG convencional
Chung et al., 2017	Óculos	EMG	Nenhum
Prasad et al., 2019	EMG vestível	EMG	EMG convencional
Wang et al., 2021	Faixa de cabeça	Acelerômetro	Nenhum

Fonte: DANTAS AMX, et al. 2024; dados extraídos de artigos das bases de dados (MEDLINE, Cochrane Library, Web of Science e Embase).

Alguns estudos desenvolveram um aplicativo que pode ser usado pelo paciente para visualizar/monitorar seus dados (PRASAD S, et al., 2019), ou seja, de forma automática, enquanto a forma de análise de dados dos demais estudos foi offline (CHUNG J, et al., 2017; WANG S, et al., 2021). Os sensores foram fixados preferencialmente no lado mastigatório de forma unilateral com base na autoconsciência do participante (PRASAD S, et al., 2019). O local de registro na metade dos estudos foi o músculo temporal bilateralmente (CHUNG J, et al., 2017; WANG S, et al., 2021) e o músculo masseter unilateralmente (PRASAD S, et al., 2019; YAMAGUCHI T, et al., 2018).

O registro das análises quanto ao tempo não foi bem definido na maioria dos estudos, provavelmente pois era dependente da velocidade de mastigação dos participantes, que em sua maioria não possuíam nenhum problema de saúde. No entanto o estudo realizado em ambiente livre e no laboratório (PRASAD S, et al., 2019), teve uma média de mais de 8 horas de gravação, enquanto os realizados em laboratório (CHUNG J, et al., 2017; WANG S, et al., 2021; YAMAGUCHI T, et al., 2018) não descreveram o tempo de coleta.

No início e no final da medição, a CVM foi executada como um exercício de calibração e registros manuais podiam ser feitos no aplicativo e toda colocação dos eletrodos e dispositivo foi executada por um único investigador (PRASAD S, et al., 2019).

Os dispositivos foram utilizados para detectar a ingestão de alimentos (FAROOQ M, et al., 2016, 2017, 2018; HUANG Q, et al., 2017; ZHANG R, et al., 2020a) monitorar comportamento alimentar (NICHOLLS B, et al., 2022), distinção dos padrões de ingestão alimentar e atividades físicas (CHUNG J, et al., 2018). Somente um estudo não disponibilizou imagens dos protótipos, uma vez que era o único a não utilizar óculos como tecnologia vestível. Entretanto houve explicação detalhada do seu funcionamento, não existindo, portanto, dúvidas de sua aplicabilidade (NICHOLLS B, et al., 2022).

Alguns estudos foram realizados em ambiente exclusivamente laboratorial (CHUNG J, et al., 2018; FAROOQ M, et al., 2016; HUANG Q, et al., 2017; NICHOLLS B, et al., 2022), outros em dois momentos sendo parte em laboratório seguida de testes de vida livre irrestritos (FAROOQ M, et al., 2017, 2018) e somente vida livre (ZHANG R, et al., 2020b).

Tabela 2 - Características dos estudos de monitoramento dietético

Primeiro autor e ano	Tecnologia vestível	Tipo de sensor	Sensor comparativo
Farooq et al., 2016	Óculos	Piezoelétrico + Acelerômetro	Nenhum
Farooq et al., 2017	Óculos	Piezoelétrico	Nenhum
Huang et al., 2017	Óculos	EMG	Nenhum
Farooq et al., 2018	Óculos	Acelerômetro	Nenhum
Chung et al., 2018	Óculos	EMG	Nenhum
Zhang et al., 2020	Óculos	EMG	Nenhum
Nicholls et al., 2022	EMG vestível	EMG	Nenhum

Fonte: DANTAS AMX, et al. 2024; dados extraídos de artigos das bases de dados (MEDLINE, Cochrane Library, Web of Science e Embase).

A preferência por um lado de mastigação significa uma tendência de usar um lado para mastigar os alimentos com mais frequência do que o outro. Tal assunto foi estudado por meio do dispositivo faixa de cabeça, utilizando o acelerômetro somado ao giroscópio como sensores, sem comparação com outro sistema (WANG S et al., 2021b). Enquanto a força de mastigação para diferenciar os tipos de alimentos utilizou os óculos como dispositivo e este continha os sensores EMG, piezoelétrico e piezoresistivo somado a um fone de ouvido com sensor de pressão (HOSSAIN D, et al., 2020).

As fotos dos dispositivos foram fornecidas nos dois artigos. Porém não informaram de forma clara o tempo de uso dos dispositivos que foram utilizados exclusivamente em laboratório, ainda como forma de protótipo no músculo temporal.

DISCUSSÃO

Esta revisão de escopo forneceu uma visão abrangente dos estudos com tecnologias vestíveis em masseter e temporal usadas até o momento na literatura. Os resultados mostraram um número crescente de estudos usando dispositivos ambulatoriais de EMG para avaliação do bruxismo do sono, avaliação da mastigação e monitoramento dietético, especialmente nos últimos 5 anos.

Bruxismo

Para o diagnóstico de bruxismo do sono o uso de dispositivos com fio e/ou volumosos podem ser considerados desconfortáveis durante o sono, principalmente no caso de múltiplas gravações noturnas, assim como, depender do relato do paciente e sinais clínicos podem induzir ao diagnóstico errado, por isso dispositivos sem fio estão sendo pesquisados para uso em ambientes livres (EISENHARDT LE, et al., 2021; MAEDA M, et al., 2020; PRASAD S, et al., 2021; SAITO T, et al., 2022; SAKUMA T, et al., 2022) e desta forma diminuir os malefícios que no bruxismo do sono e de vigília podem causar na população.

O masseter foi o músculo de preferência em 100% dos estudos incluídos, porém outros estudos utilizam o temporal para posicionar o dispositivo vestível (THYMI M, et al., 2020). No entanto a escolha do local de registro, ou seja, músculo

temporal ou masseter, pode ser guiada por aspectos práticos, como a presença ou não de pelos faciais. Pois ambos os músculos, participam da atividade muscular mastigatória e podem fornecer dados apropriados, desde que as gravações passem por um controle de qualidade completo para relações sinal-ruído específico para cada músculo (THYMI M, et al., 2021).

O posicionamento correto do dispositivo é fundamental para a obtenção de boas gravações e prevenção de artefatos devido, por exemplo, à limpeza inadequada da pele poder resultar em alta impedância pele-eletrodo (TANKISI H, et al., 2020). Os artigos em sua maioria descreveram forma de limpeza da pele e colocação do eletrodo, porém a descrição sobre as instruções de como o participante deveria usar o dispositivo não foi descrito em boa parte dos artigos. Recomenda-se que as instruções sejam escritas, gravadas e/ou treinadas com os participantes antes do início da coleta de dados para ambientes livres, visto que o participante opera o dispositivo sozinho.

O FLA também foi utilizado em outros estudos e quanto ao desempenho do FLA, foram relatadas características, por exemplo, estrutura única sem fio contendo eletrodos e amplificador no corpo, estrutura de registrador de dados evitando erros de comunicação, por perceber menos ruído de linha de base e registro estável (YAMAGUCHI T, et al., 2018) . Devido a essas características favoráveis, esse tipo de dispositivo vestível de EMG, por exemplo, foi utilizado para avaliação da atividade muscular mastigatória rítmica, que é um padrão típico de atividade muscular mastigatória de bruxismo do sono.

Procedimentos de calibração, diferiram em todos os estudos, porém a CVM esteve presente como uma função executada antes e após a coleta de dados na maioria dos estudos como forma de calibração. No entanto, tais diferenças de calibração podem ser fontes de variação e podem complicar protocolos de estudo.

As diferenças entre as gravações baseadas em laboratório e as de vida livre podem explicar as lacunas entre a avaliação subjetiva (auto-relato) e objetiva (EMG) das parafunções orais. Por um lado, os estudos com EMG da atividade dos músculos mastigatórios em ambiente não controlado são limitados pela natureza restritiva do equipamento de gravação. Por outro lado, estudos controlados baseados em laboratório eliminam o risco de comportamentos concomitantes presentes no ambiente natural que podem obscurecer a correlação entre avaliações subjetivas e objetivas. No entanto, a desvantagem é que os dados de EMG obtidos em condições

de vida livre fora dos limites do laboratório representam o comportamento espontâneo natural de um participante. Pode-se observar que um número estatisticamente maior de eventos de bruxismo ocorreu no ambiente doméstico sem restrições em comparação com um laboratório equipado com PSG-AV (SAKUMA T, et al., 2022). Um estudo anterior do sono usando PSG-AV mostrou que o efeito do registro do dia (por exemplo, dia 1 ou dia 2) na ocorrência determinada de BS não era óbvio e não se aplicava necessariamente a todos os indivíduos (HASEGAWA Y, et al., 2013). Em contraste, um estudo recente usando PSG para registros em casa mostrou que o número de episódios de bruxismo do sono registrados na segunda ou terceira noite foi maior do que o registrado na primeira noite em bruxismo leve (MIETTINEN T, et al., 2018).

Embora os dispositivos vestíveis de EMG permitam o registro de EMG massetérico em um ambiente doméstico sem restrições, as medições realizadas usando apenas um dispositivo vestível de EMG não podem fornecer informações sobre dados sonoros e visuais, bem como sobre o estágio do sono. Um estudo anterior indicou que uma avaliação EMG de canal único não pode discriminar definitivamente o estágio de vigília do estágio de sono, e que era difícil distinguir BS de atividades musculares durante o tempo de vigília após o início do sono (YAMAGUCHI T, et al., 2012). Porém a evolução do monitoramento da atividade muscular mastigatória pode permitir que possíveis associações entre atividade muscular excessiva, bruxismo, disfunção e dor sejam investigadas e gerenciadas via biofeedback.

Mastigação

Na investigação sobre a mastigação o uso do sensor de EMG (PRASAD S, et al., 2019b; YAMAGUCHI T, et al., 2018) de forma isolada foi vista em alguns trabalhos, porém outros estudos existentes geralmente usam o sensor EMG, e o método de cinemática 3D para detectar as atividades musculares da mastigação e os movimentos da mandíbula, respectivamente. O sensor EMG é utilizado para registrar os sinais elétricos gerados pelos músculos da mastigação durante a contração (MIYAOKA Y, et al., 2013). No entanto para o método de cinemática 3D, pode ser necessário vários marcadores na cabeça, mandíbula e plano de referência, além de câmeras, para registrar os movimentos dos marcadores, o que pode ser intrusivo e desconfortável.

Alguns sensores são incorporados a tecnologia vestível principal para a captação dos dados como um microfone em miniatura em um estojo de fone de ouvido para reconhecer 19 tipos de alimentos padrão com uma precisão relatada de 80% (AMFT O, et al., 2009). Colocar um microfone no ouvido externo pode bloquear o canal auditivo e afetar a comunicação diária, e na área da garganta um sensor é intrusivo e desconfortável.

Eletrodos EMG foram incorporados a um óculos impressos em 3D para detectar a mastigação e reconhecer cinco tipos de alimentos, obtendo uma precisão entre 43% e 71% para ciclos mastigatórios individuais e entre 63% e 84% para sequências de ingestões (ZHANG R, et al., 2016). Os óculos também foram usados no estudo selecionado que pode registrar um eletromiograma preciso e claro da superfície masseterica e permite que o paciente se conecte ao dispositivo e o opere sozinho na vida diária (CHUNG J, et al., 2017).

Sensores de movimento são frequentemente usados para detectar a alimentação e contar o número de mastigações (WANG S, et al., 2021a). No entanto, existem apenas alguns trabalhos sobre o reconhecimento de tipo de alimento baseado em sensor de movimento, utilizam uma pulseira com acelerômetro embutido para detectar 29 ações alimentares (KIM HJ, et al., 2012) e acelerômetro na faixa de cabeça (WANG S, et al., 2021a).

Os resultados apontaram que a avaliação das metodologias em sua maioria era executada em ambiente laboratorial, no qual algumas variáveis da vida real não são consideradas. Por exemplo, as pessoas comem enquanto conversam e bebem. As atividades de falar e beber normalmente acontecem após a deglutição e antes da próxima mordida. Desta forma, é necessário ajustar os ruídos de atividades como essas, para serem filtradas usando um módulo de detecção de mastigação/comer (SEN S, et al., 2018).

Os equipamentos vestíveis eles vêm provando sua eficácia na avaliação objetiva da atividade do músculo masseter quando comparado as técnicas convencionas (PRASAD S, et al., 2019; YAMAGUCHI T, et al., 2018). O número, a duração da contração muscular e os episódios detectados durante as diferentes tarefas pelo dispositivo sem fio e pelo equipamento com fio em condições de laboratório foram muito semelhantes. E pequenas diferenças na amplitude dos episódios de contração muscular detectadas pelos dois tipos de equipamentos possivelmente poderiam ser explicadas por pequenas diferenças na amplificação e

pré-processamento dos sinais EMG. No entanto, como essas diferenças foram pequenas elas certamente não se repercutem com relevância clínica, e não influenciaram na detecção de episódios de contração individuais.

Alguns sistemas EMG sem fio geralmente requerem unidades de aquisição de dados relativamente volumosas e não permitem a visualização da atividade muscular em tempo real (YAMAGUCHI T, et al., 2018). No entanto outros dispositivos disponibilizam uma interface com um smartphone para registro de dados e simultaneamente fornece aos usuários uma representação gráfica em tempo real de sua atividade muscular (PRASAD S, et al., 2019), pois permite que o registro da atividade muscular mastigatória em qualquer ambiente e horário. Isso é vantajoso, particularmente à luz de pesquisas que demonstram a eficácia do biofeedback EMG e/ou da terapia cognitivocomportamental na redução do bruxismo acordado (SATO M, et al., 2015).

A comparação entre os métodos se torna difícil devido os sensores usados serem diferentes. Porém comparando os desempenhos quando se propõem detectar o tipo de alimento durante a mastigação, tem-se trabalhos reconhecendo 11 categorias de alimentos (no total 20 tipos de alimentos) com precisão (AMFT O, et al., 2009; WANG S, et al., 2021a). No entanto, eles usam um microfone, que é facilmente afetado pelo ruído acústico do ambiente. Enquanto um trabalho pioneiro em reconhecimento de tipo de alimento baseado em fusão de sensores classificou com precisão 40 tipos de alimentos. Porém, foi necessário que o usuário usasse um fone de ouvido, um Google Glass e dois smartwatches simultaneamente durante a refeição, tornando a usabilidade não tão real, devido ao alto custo (MIRTCHOUK M, et al., 2016). Comparativamente, com um método que utiliza apenas sensores de movimento, embutidos em uma faixa de cabeça. (WANG S, et al., 2021a)

Monitoramento Dietético

O músculo temporal foi o local de escolha na maioria dos estudos selecionados e os dispositivos vestíveis utilizados nestes casos foram óculos. O músculo masseter foi avaliado através de EMG vestível em apenas um deles (NICHOLLS B, et al., 2022).

Foram observadas algumas limitações na usabilidade de alguns dispositivos com fixação no músculo temporal. Além de causar desconforto ao usuário, tais abordagens também são sensíveis ao posicionamento dos sensores que requerem

adaptação cuidadosa em local específico. O uso de esparadrapo, por exemplo, pode limitar o uso prolongado e a intrusão do sistema. Apesar de não ter havido nenhum descolamento do sensor durante os experimentos, implementações futuras poderão incluir a integração do sensor na haste dos óculos para melhorar o conforto do usuário e a praticidade. O uso de um acelerômetro 3D acoplado à armação de óculos comuns evita a fixação direta do sensor no corpo e problemas associados ao posicionamento incorreto do sensor e contato corporal inadequado. Essa fixação também garantirá que o dispositivo possa ser removido e recolocado em diversos tipos de óculos comuns e por isso nenhuma experiência é necessária, como em outras conexões de sensores (FAROOQ M, et al., 2016, 2018).

Somente um estudo foi realizado avaliando o participante unicamente em ambiente livre. Esta abordagem combinou os autorrelatos dos indivíduos com uma medida de referência de mastigação discreta. Neste trabalho foi utilizado um par de óculos inteligentes impressos em 3D os quais eram ajustados mecanicamente à cabeça em virtude de procedimento de personalização. Desse modo, assegurou que o efeito do cabelo, a perda de contato entre a pele e os eletrodos ou o movimento fossem mínimos (ZHANG R, et al., 2020b).

Alguns estudos utilizaram tecnologias vestíveis para coleta de dados os quais foram enviados via Bluetooth para smartphone e laptop padrão (CHUNG J, et al., 2018; FAROOQ M, et al., 2016, 2017, 2018; HUANG Q, et al., 2017; NICHOLLS B, et al., 2022) enquanto em outro estudo todos os eventos coletados foram anotados usando um software de anotação Matlab personalizado (ZHANG R, et al., 2020b). O qual compreendeu duas etapas: anotação manual grosseira usando o diário de atividades e ajuste fino por meio de registros EMG de referência.

Atividade física foi considerada nas avaliações, sendo dissociada da ingestão de alimentos ou não. Farooq et al. (2016) propuseram duas abordagens para classificação multiclasse e para a detecção da ingestão de alimentos na presença de artefatos de movimento originados da atividade física, da fala e do movimento corporal. O dispositivo utilizado no estudo, com mais desenvolvimento, terá a capacidade potencial de rastrear a ingestão e o gasto de energia e monitorar o balanço energético dos indivíduos.

Por meio de estudo a distinção entre ingestão e de outras atividades diárias, passou a ser algo provável através do sistema proposto, pois esperavam que abrisse um novo rumo para o monitoramento dietético, sendo, portanto, promissor para ampla

utilização na vida diária (HUANG Q, et al., 2017). Outros estudos também consideraram a possibilidade de usar um único sensor para monitorar tanto a ingestão alimentar (ingestão de energia) quanto os padrões de atividade física sugerindo este tema para futuras pesquisas (FAROOQ M, et al., 2018).

E dessa forma as pesquisas foram conseguindo separar as atividades mastigatórias de outras atividades, implementando um protocolo novo e prático de aferir os padrões de atividade do músculo temporal para ingestão de alimentos e o piscar de olhos e tinha como objetivo demonstrar que o sistema poderia efetivamente separar a ingestão de alimentos das atividades físicas (CHUNG J, et al., 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais conclusões desta revisão de escopo são que as tecnologias vestíveis em masseter e temporal são utilizadas principalmente para diagnóstico de bruxismo, monitoramento dietético e mastigação, como contagem de mordidas. As metodologias variam muito quanto ao tempo de uso do dispositivo, calibração, alimentos ingeridos, sensor utilizado, o que dificulta uma comparação entre as pesquisas. Porém existe uma predominância no uso da EMG vestível nas pesquisas sobre bruxismo e mastigação, enquanto as de monitoramento dietético utilizam mais os óculos como tecnologia vestível, que pode nortear o caminho de novas pesquisas.

AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

O apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil.

REFERÊNCIAS

- ALMALCHY MT, et al. Solutions for Healthcare Monitoring Systems Architectures. Proceedings - 16th International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, EUC 2018, [S. l.], p. 123–128, 2018. DOI: 10.1109/EUC.2018.00025.
- AMFT O, TRÖSTER G. On-body sensing solutions for automatic dietary monitoring. IEEE Pervasive Computing, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 62–70, 2009. DOI: 10.1109/MPRV.2009.32.
- ATES HC, et al. End-to-end design of wearable sensors. Nature Reviews Materials, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 887–907, 2022. DOI: 10.1038/s41578-022-00460-x.

BEDRI A, et al. EarBit. Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 1–20, 2017. DOI: 10.1145/3130902. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3130902>. Acesso em: 25 nov. 2020.

CADAVID S, et al. Exploiting visual quasi-periodicity for real-time chewing event detection using active appearance models and support vector machines. Personal and Ubiquitous Computing, [S. l.], v. 16, n. 6, p. 729–739, 2012. DOI: 10.1007/s00779-011-0425-x. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00779-011-0425-x>. Acesso em: 25 nov. 2020.

CHENG YL, et al. Sensor-embedded teeth for oral activity recognition. In: ISWC 2013 - PROCEEDINGS OF THE 2013 ACM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WEARABLE COMPUTERS 2013, New York, USA. Anais. ACM Press, 2013. p. 41–44. DOI: 10.1145/2493988.2494352. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2493988.2494352>. Acesso em: 25 nov. 2020.

CHUNG J, et al. A glasses-type wearable device for monitoring the patterns of food intake and facial activity. Scientific Reports, [S. l.], v. 7, n. January, p. 1–8, 2017. DOI: 10.1038/srep41690. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/srep41690>.

CHUNG J, et al. Design and evaluation of smart glasses for food intake and physical activity classification. Journal of Visualized Experiments, [S. l.], v. 2018, n. 132, p. 1–14, 2018. DOI: 10.3791/56633.

COOPER DS, Perlman AL. Electromyography in the functional and diagnostic testing of deglutition. Deglutition and its Disorders: Anatomy, Physiology, Clinical Diagnosis and Management. London: Singular, [S. l.], p. 255–85, 1996.

EISENHARDT LE, et al. Development of an app-controlled simple, wearable teeth grinding sensing device. Current Directions in Biomedical Engineering, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 331–334, 2021. DOI: 10.1515/cdbme-2021-2084.

FAROOQ M, SAZONOV E. A novel wearable device for food intake and physical activity recognition. Sensors (Switzerland), [S. l.], v. 16, n. 7, 2016. DOI: 10.3390/s16071067.

FAROOQ M, SAZONOV E. Segmentation and Characterization of Chewing Bouts by Monitoring Temporalis Muscle Using Smart Glasses with Piezoelectric Sensor. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, [S. l.], v. 21, n. 6, p. 1495–1503, 2017. DOI: 10.1109/JBHI.2016.2640142.

FAROOQ M, SAZONOV E. Accelerometer-Based Detection of Food Intake in Free-Living Individuals. IEEE Sensors Journal, [S. l.], v. 18, n. 9, p. 3752–3758, 2018. DOI: 10.1109/JSEN.2018.2813996.

FUSAYAMA A, et al. Masseter and digastric muscle activity evaluation using a novel electromyogram that utilizes elastic sheet electrodes. Journal of Prosthodontic Research, [S. l.], v. 68, n. 1, p. 122–131, 2023. DOI: 10.2186/jpr.jpr_d_22_00239.

GAO Y, et al. IHear Food: Eating Detection Using Commodity Bluetooth Headsets. In: PROCEEDINGS - 2016 IEEE 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON

CONNECTED HEALTH: APPLICATIONS, SYSTEMS AND ENGINEERING TECHNOLOGIES, CHASE 2016 2016, Anais [...]. : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016. p. 163–172. DOI: 10.1109/CHASE.2016.14.

KIM HJ, et al. An analysis of eating activities for automatic food type recognition. *In: PROCEEDINGS OF THE 2012 ASIA PACIFIC SIGNAL AND INFORMATION PROCESSING ASSOCIATION ANNUAL SUMMIT AND CONFERENCE 2012*, Anais [...]. [s.l: s.n.] p. 1–5.

HASEGAWA Y, et al. Is there a first night effect on sleep bruxism? A sleep laboratory study. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, [S. l.], v. 9, n. 11, p. 1139–1145, 2013. DOI: 10.5664/jcsm.3152.

HOSSAIN D, et al. Comparison of Wearable Sensors for Estimation of Chewing Strength. *IEEE Sensors Journal*, [S. l.], v. 20, n. 10, p. 5379–5388, 2020. DOI: 10.1109/JSEN.2020.2968009.

HUANG Q, et al. Your Glasses Know Your Diet: Dietary Monitoring Using Electromyography Sensors. *IEEE Internet of Things Journal*, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 705–712, 2017. DOI: 10.1109/JIOT.2017.2656151.

SCHWENDICKE F, KROIS J. Precision dentistry-what it is, where it fails (yet), and how to get there. *Clin Oral Investig*, [S. l.], v. 26, p. 3395–3403, 2022. DOI: doi: 10.1007/s00784-022-04420-1.

JEONG IC, et al. Wearable Devices for Precision Medicine and Health State Monitoring. *IEEE Trans Biomed Eng*, [S. l.], v. 66, p. 1242–1258, 2019. DOI: doi: 10.1109/tbme.2018.2871638.

KALANTARIAN H, et al. A Survey of Diet Monitoring Technology. *IEEE Pervasive Computing*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 57–65, 2017. DOI: 10.1109/MPRV.2017.1.

KINJO R, et al. Development of a Wearable Mouth Guard Device for Monitoring Teeth Clenching during Exercise. *Sensors (Basel)*, [S. l.], v. 21, n. 4, 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3390/s21041503>.

LEEUEW RDE, KLASSER GD. American Academy of Orofacial Pain. Orofacial Pain: Guidelines for Assessment, Diagnosis and Management. 6ª ed. [s.l: s.n.].

LONGENBAKER S. Mader's Understanding Human Anatomy & Physiology. 8ª ed. Nova York.

MAEDA M, et al. Validity of single-channel Masseteric electromyography by using an ultraminiature wearable electromyographic device for diagnosis of sleep bruxism. *J Prosthodont Res*, [S. l.], v. 64, n. 1, p. 90–97, 2020. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2019.04.003>.

CAMPILLO MJ, et al. Influence of Laterotrusive Occlusal Scheme On Bilateral Masseter EMG Activity During Clenching and Grinding. *CRANIO*, [S. l.], v. 26, n. 4, p. 263–273, 2008.

MIRTCHOUK M, et al. Automated estimation of food type and amount consumed

from body-worn audio and motion sensors. *In: IN PROCEEDINGS OF THE 2016 ACM INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON PERVASIVE AND UBIQUITOUS COMPUTING (UBICOMP '16) 2016, Anais [...]. [s.l: s.n.] p. 451–462. DOI: <https://doi.org/10.1145/2971648.2971677>.*

MIETTINEN T, et al. Home Polysomnography Reveals a First-Night Effect in Patients With Low Sleep Bruxism Activity. *J Clin Sleep Med, [S. l.], v. 14, n. 8, p. 1377–1386, 2018. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.5664/jcsm.7278>.*

MINAMI I, et al. A comparison between jerk-cost derived from a jaw-tracking system with that from an accelerometer. *Journal of Oral Rehabilitation, [S. l.], v. 38, n. 9, p. 661–667, 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2842.2011.02200.x.*

MINAMI I, et al. The three-axial gyroscope sensor detects the turning point between opening and closing phases of chewing. *Clinical and Experimental Dental Research, [S. l.], v. 4, n. 6, p. 249–254, 2018. DOI: 10.1002/cre2.137.*

DANTAS AMX, et al. Evaluating the use of wearables in the Masseter and temporal muscles : a scoping review protocol. *[S. l.], v. 25, n. 1, p. 1–7, 2023. DOI: 10.1590/1982-0216/202325110522.*

NICHOLLS B, et al. An EMG-based Eating Behaviour Monitoring system with haptic feedback to promote mindful eating. *Computers in Biology and Medicine, [S. l.], v. 149, n. August 2022, p. 106068, 2022. DOI: 10.1016/j.combiomed.2022.106068. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.106068>.*

OHRBACH R, et al. Waking-state oral parafunctional behaviors: Specificity and validity as assessed by electromyography. *European Journal of Oral Sciences, [S. l.], v. 116, n. 5, p. 438–444, 2008. DOI: 10.1111/j.1600-0722.2008.00560.x.*

PO JMC, et al. Time-frequency analysis of chewing activity in the natural environment. *J. Dent. Res., [S. l.], v. 90, p. 1206–1210, 2011.*

PRASAD S, et al. Smartphone-assisted monitoring of masticatory muscle activity in freely moving individuals. *Clin Oral Investig, [S. l.], v. 23, n. 9, p. 3601–3611, 2019. b. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1007/s00784-018-2785-3>.*

PRASAD S, et al. Associations among masticatory muscle activity, physical activity and self-reported oral behaviours in adult women. *Clin. oral investig, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1007/s00784-021-03816-9>.*

ZHANG R, et al. Diet eyeglasses: Recognising food chewing using EMG and smart eyeglasses. *In: IEEE 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON WEARABLE AND IMPLANTABLE BODY SENSOR NETWORKS 2016, Anais [...]. [s.l: s.n.] p. 7–12. DOI: 10.1109/BSN.2016.7516224.*

SAITO T, et al. Minimum measurement time of Masseteric electromyogram required for assessment of awake bruxism during the daytime. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 144–151, 2022. DOI: 10.1080/08869634.2019.1704982. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08869634.2019.1704982>.*

SAKUMA T, et al. Comparison of the occurrence of sleep bruxism under accustomed conditions at home and under polysomnography conditions in a sleep laboratory. *Journal of Prosthodontic Research*, [S. l.], v. 66, n. 4, p. 630–638, 2022. DOI: 10.2186/jpr.JPR_D_21_00219.

SATO M, et al. Electromyogram biofeedback training for daytime clenching and its effect on sleep bruxism. *J Oral Rehabil*, [S. l.], v. 42, p. 83–89, 2015.

SAZONOV ES, FONTANA JM. A sensor system for automatic detection of food intake through non-invasive monitoring of chewing. *IEEE Sensors Journal*, [S. l.], v. 12, n. 5, p. 1340–1348, 2012. DOI: 10.1109/JSEN.2011.2172411. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22675270/>. Acesso em: 25 nov. 2020.

SEN S, et al. Annapurna: Building a real-world smartwatch-based automated food journal. In: *IEEE 19TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON “A WORLD OF WIRELESS, MOBILE AND MULTIMEDIA NETWORKS” (WOWMOM) 2018*, Anais [...]. [s.l.: s.n.] p. 1–6.

STRINI PJSA, et al. Assessment of thickness and function of masticatory and cervical muscles in adults with and without temporomandibular disorders. *Archives of Oral Biology*, [S. l.], v. 58, n. 9, p. 1100–1108, 2013. DOI: 10.1016/J.ARCHORALBIO.2013.04.006.

SMUCK M, et al. The emerging clinical role of wearables: factors for successful implementation in healthcare. *npj Digital Medicine*, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 1–8, 2021. DOI: 10.1038/s41746-021-00418-3. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41746-021-00418-3>.

SUNGMEER P, et al. Wearables: Fundamentals, Advancements, and a Roadmap for the Future,. In: *Wearable Sensors*. [s.l.: s.n.]. p. 1–23.

TANKISI H, et al. Standards of instrumentation of EMG. *Clinical Neurophysiology*, [S. l.], v. 131, n. 1, p. 243–258, 2020. DOI: 10.1016/j.clinph.2019.07.025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.07.025>.

THYMI M, et al. Signal acquisition and analysis of ambulatory electromyographic recordings for the assessment of sleep bruxism: A scoping review. *Journal of Oral Rehabilitation*, [S. l.], v. 48, n. 7, p. 846–871, 2021. DOI: 10.1111/joor.13170.

THYMI M, et al. Patient-based experiences with the use of an ambulatory electromyographic device for the assessment of masticatory muscle activity during sleep. *Journal of Oral Rehabilitation*, [S. l.], v. 47, n. 5, p. 557, 2020. DOI: 10.1111/JOOR.12945. Disponível em: [/pmc/articles/PMC7317933/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32811111/). Acesso em: 15 ago. 2021.

TRICCO AC, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, [S. l.], v. 169, n. 7, p. 467–473, 2018.

WANG S, et al. Inferring food types through sensing and characterizing mastication dynamics. *Smart Health*, [S. l.], v. 20, n. April, p. 100191, 2021. a. DOI: 10.1016/j.smhl.2021.100191. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.smhl.2021.100191>.

WANG S, et al. Wearable motion sensor-based chewing side detection. *Smart Health*, [S. l.], v. 21, n. January, p. 1–15, 2021. b. DOI: 10.1016/j.smhl.2021.100205.

MIYAOKA Y, et al. Quantitative Analysis of Relationships between Masseter Activity during Chewing and Textural Properties of Foods. *Food and Nutrition Sciences*, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 144–149, 2013. DOI: 10.4236/fns.2013.42020.

YAMAGUCHI T, et al. Comparison of ambulatory and polysomnographic recording of jaw muscle activity during sleep in normal subjects. *J Oral Rehabil*, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 2–10, 2012. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2842.2011.02232.x>.

YAMAGUCHI T, et al. A newly developed ultraminiature wearable electromyogram system useful for analyses of Masseteric activity during the whole day. *J Prosthodont Res*, [S. l.], v. 62, n. 1, p. 110–115, 2018. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jpor.2017.04.001>.

ZHANG R, AMFT O. Bite glasses - Measuring chewing using EMG and bone vibration in smart eyeglasses. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WEARABLE COMPUTERS, DIGEST OF PAPERS 2016*, New York, New York, USA. Anais [...]. New York, New York, USA: IEEE Computer Society, 2016. p. 50–51. DOI: 10.1145/2971763.2971799. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2971763.2971799>. Acesso em: 25 nov. 2020.

ZHANG R, AMFT O. Retrieval and timing performance of chewing-based eating event detection in wearable sensors. *Sensors (Switzerland)*, [S. l.], v. 20, n. 2, 2020. a. DOI: 10.3390/s20020557.

4.4 ARTIGO 4 - Desenvolvimento de dispositivo para identificação da atividade do músculo masseter

Alana Moura Xavier Dantas¹, Leonardo Wanderley Lopes², Renato da Costa Claudino³, Hilton Justino da Silva¹.

1. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil.
2. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.
3. Instituto Federal de Educação da Paraíba – IFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

Hilton Justino da Silva, Departamento de Fonoaudiologia, Recife, Pernambuco, 50740-520, Brasil. E-mail: hiltonfono@hotmail.com

RESUMO

Objetivo: desenvolver um dispositivo de monitoramento de baixo custo e não invasivo para avaliar as atividades do músculo masseter. **Metodologia:** Desenvolvemos um novo dispositivo para diferenciar as atividades do músculo masseter. O dispositivo consistia na comunicação Inter-Integrated Circuit (I²C) entre o sensor MPU6050, que é formado por um acelerômetro e um giroscópio, e o microcontrolador Arduino, que estabelecem uma comunicação com o computador, por meio de um componente adicionado ao Excel, faz a leitura da aceleração, com porta do USB (serial) possibilitando ao usuário terminal analisar os dados por meio de gráficos e tabelas. Para o piloto 8 voluntários foram recrutados e triados para avaliar repouso, contração voluntária máxima (CVM) e mastigação. **Resultados:** somente os dados do eixo “Z” foram considerados neste estudo, isso porque, na posição em que o protótipo foi adesivado ao Masseter, esse foi o eixo que mais captou as variações dos movimentos do músculo. A distribuição dos diferentes padrões de atividade do masseter entre os participantes, mostrou que é possível diferenciá-las entre um mesmo indivíduo, porém não possuem médias de valores semelhantes entre si. Os resultados mostram que os sinais de saída do sensor durante a mastigação se diferenciam de forma clara dos demais, enquanto o repouso e a CVM obtém gráficos semelhantes, porém com valores diferentes devido a diferentes variáveis. **Conclusões:** Concluiu-se que a mastigação pode ser efetivamente diferenciada do repouso e da CVM pelo novo dispositivo, com valores que variaram entre os indivíduos.

Descritores: accelerometry; masticatory muscles, wearable electronic devices; Masseter muscle.

1. INTRODUÇÃO

Os músculos mastigatórios podem participar de diversas atividades complexas, como mastigação, fala e deglutição, assim como, dos comportamentos parafuncionais¹. O monitoramento desses músculos tem importância para a pesquisa e para clínica, pois é aplicável aos pacientes com bruxismo, hábitos parafuncionais, sobrecarga nos músculos mastigatórios², na ingestão alimentar para compreender e estudar os fatores que contribuem no desenvolvimento da obesidade e dos transtornos alimentares e até na própria mastigação³.

Fazer a avaliação de forma instrumental da mastigação é importante não apenas para a compreender o comportamento mastigatório normal, mas também na avaliação das capacidades disfuncionais. E a maioria dos dispositivos que são usados para a medição objetiva da mastigação são complicados e demoram para serem configurados, além de exigir que o participante se desloque até uma unidade ou laboratório de pesquisa⁴, sendo a eletromiografia (EMG) considerada o padrão ouro nos estudos de mastigação devido sua precisão⁵.

Outros métodos convencionais de monitorar e avaliar esses músculos possuem algumas desvantagens por necessitar do autorrelato do paciente, deixando margem para o erro. Esses métodos convencionais com equipamentos de laboratório/hospital que são volumosos e estacionários têm sido tradicionalmente usados para avaliar a condição do paciente. No entanto, eles conseguem fazer a leitura apenas do instante em que a atividade muscular está sendo acompanhada naquele momento e não são adequados para registro contínuo em campo da atividade muscular mastigatória. Por isso que as modalidades de diagnóstico e tratamento estão em constante mudança e a medicina de precisão é uma abordagem inovadora que leva em consideração as diferenças individuais nos genes, ambientes e estilos de vida de um indivíduo e abrange um amplo grupo de tecnologias de saúde conectadas, incluindo aplicativos de saúde, registros eletrônicos de saúde, telemedicina e dispositivos médicos vestíveis⁶.

Se o aparelho para coleta fosse de fácil transporte e de simples configuração, o monitoramento das funções dos músculos mastigatórios seria mais preciso e de forma contínua. Assim um acelerômetro posicionado na pele do queixo conseguiu capturar o movimento da mandíbula para avaliar a variabilidade do movimento, que pode se tornar um dispositivo portátil e de fácil manuseio e configuração, para interferências mínimas do usuário. Este sistema pode detectar a fase de contato dentário, do ciclo de mastigação, bem como de outros movimentos mais suaves ⁷.

O uso desses sensores vem aumentando devido por exemplo, aos métodos de obtenção e registro de dados sobre ingestão de refeições e número de mastigações, onde é preferível o uso de um dispositivo de medição da contagem de mastigação em relação ao obtido e registrado pelos próprios pacientes. Isso ocorre porque a coleta e o registro de dados pelos pacientes impõem uma carga indevida sobre eles, e os dados podem não ser objetivos. Os dispositivos atuais para medir o número de mastigações são de diversos tipos incluindo as câmeras que registram os movimentos da boca ⁸; sensores posicionados no dente ⁹, eletromiografia vestível ¹⁰ e sensores piezelétricos de strain gauge fixados à superfície da pele ¹¹; microfones que detectam ruídos de mastigação ¹²; e acelerômetros que reconhecem o movimento da pele causado pela mastigação ¹³.

Nos últimos anos, os dispositivos vestíveis foram desenvolvidos e os métodos para monitorar vários parâmetros biológicos, como frequência cardíaca e temperatura corporal, com um pequeno dispositivo, foram introduzidos na população de forma positiva. Porém dispositivos portáteis para monitoramento dos músculos da mastigação para suas diversas finalidades na odontologia e fonoaudiologia, ainda não tiveram a aceitação adequada devido ao elevado custo e acessibilidade. No entanto, um dispositivo que possa ser usado para monitoramento desses músculos com custo acessível ainda não foi colocado em uso prático como forma de auxílio no diagnóstico ou acompanhamento de tratamento. Por isso o objetivo deste estudo é desenvolver um dispositivo de monitoramento de baixo custo e não invasivo capaz de diferenciar a mastigação, do repouso e contração voluntária máxima no músculo masseter.

2. METODOLOGIA

2.1 Participantes do estudo

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-CCS/UFPB (4.866.632) (Anexo 1). Além disso, todos os participantes receberam explicações orais e escritas sobre o propósito e método do experimento, e o consentimento informado foi obtido.

Este estudo envolveu oito participantes de ambos os sexos (1 homem, 7 mulheres) com uma média de idade de 35 anos ($DP = 7,05$), compreendidas entre 23 e 44 anos, saudáveis, com todos os elementos dentários e diferentes biotipos faciais classificados em braquifacial (BF), dolicofacial (DF) e mesofacial (MF) ¹⁴.

Os critérios de inclusão foram os seguintes: indivíduos adultos de 19 a 44 anos de idade (OMS), de ambos os sexos, sem limitações físicas ou psiquiátricas que possam comprometer o correto uso do dispositivo, ausência de doenças sistêmicas, ausência de alergias de pele, ausência de elementos dentários, exceto os terceiros molares, ausência de má oclusão significativa (dentes maxilares e inferiores em contato oclusal uniforme), ausência de sintomas de osteoartrite, disfunções da articulação temporomandibular e sem distúrbios de deglutição.

2.2 Dispositivo de medição - Protótipo com Arduino e Módulo MPU 6050

Um novo protótipo foi projetado com o sensor de movimento em formato retangular para ser adesivado ao masseter conectado por meio de entrada analógica a plataforma do Arduino em um formato de caixa, que se comunicará com o computador via cabo USB (Universal Serial Bus) para leitura dos dados através de um componente adicionado ao Excel, que apresenta no monitor os valores referentes a aceleração adquirida através de gráficos e tabelas, facilitando ao usuário sua interpretação.

Para a fabricação do sensor foi utilizado o módulo MPU6050 (Figura 1), que possui seis eixos, o que significa que ele fornece seis valores como saída. Três valores do acelerômetro (correspondentes aos eixos X, Y e Z) e três do giroscópio. Tanto o acelerômetro como o giroscópio são incorporados dentro de um único chip que utiliza o protocolo Inter-Integrated Circuit (I^2C) para se comunicar com o controlador, o Arduino Nano R3. Esse sensor será programado para detectar movimentos para a composição de uma base de dados a ser utilizada em um

posterior machine-learning. A escolha do sensor se deu pelo seu tamanho, facilidade de uso, versatilidade e custo acessível.

Esse módulo se conecta ao Arduino de forma fácil por já existirem bibliotecas próprias do Arduino que podem ser utilizadas. O Arduino é uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto, que inclui o hardware e software livre, visando oferecer ferramentas adaptáveis e de baixo custo para a criação de projetos interativos de diversas ordens e à construção de outros equipamentos. Ele possui diversos pinos E/S (entrada e saída) para o acionamento de dispositivos eletrônicos e comunicação com diversos sensores (Figura 1).

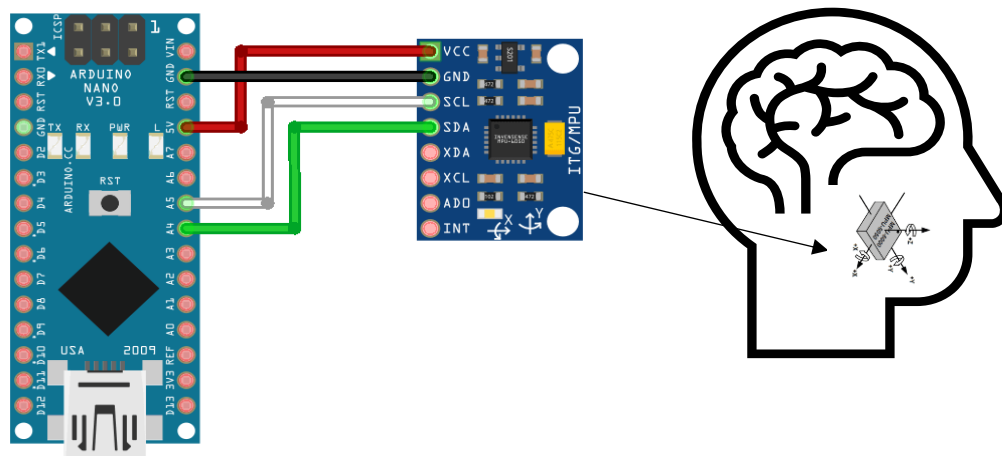


FIGURA 1 - Esquema gráfico do circuito desenvolvido, Arduino (esquerda) e MPU6050 (direita).

A linguagem de programação utilizada para escrever os códigos para Arduino é baseada nas tradicionais C/C++ (com modificações) e possui um grau de abstração muito alto e uma série de bibliotecas que encapsulam a maior parte da complexidade do microcontrolador, o que facilitou o seu uso, além de possuir uma IDE (Integrated Development Environment, ou ambiente de desenvolvimento integrado) próprio, que é bastante simples de utilizar.

2.3 Método de medição

2.3.1 Local de medição

Para o monitoramento da atividade do músculo Masseter a posição de fixação do sensor foi no 1/3 inferior da parte do músculo entre o arco zigomático, que é a origem do músculo Masseter, e da tuberosidade massetérica, onde ele termina. Além disso, os participantes foram instruídos a fazer contração voluntária máxima (CVM) e a palpação foi utilizada para confirmar se o músculo Masseter estava percorrendo a área onde o sensor foi colocado. O dispositivo foi então fixado o mais próximo possível do centro do ventre muscular com fita adesiva como mostra na figura 2.

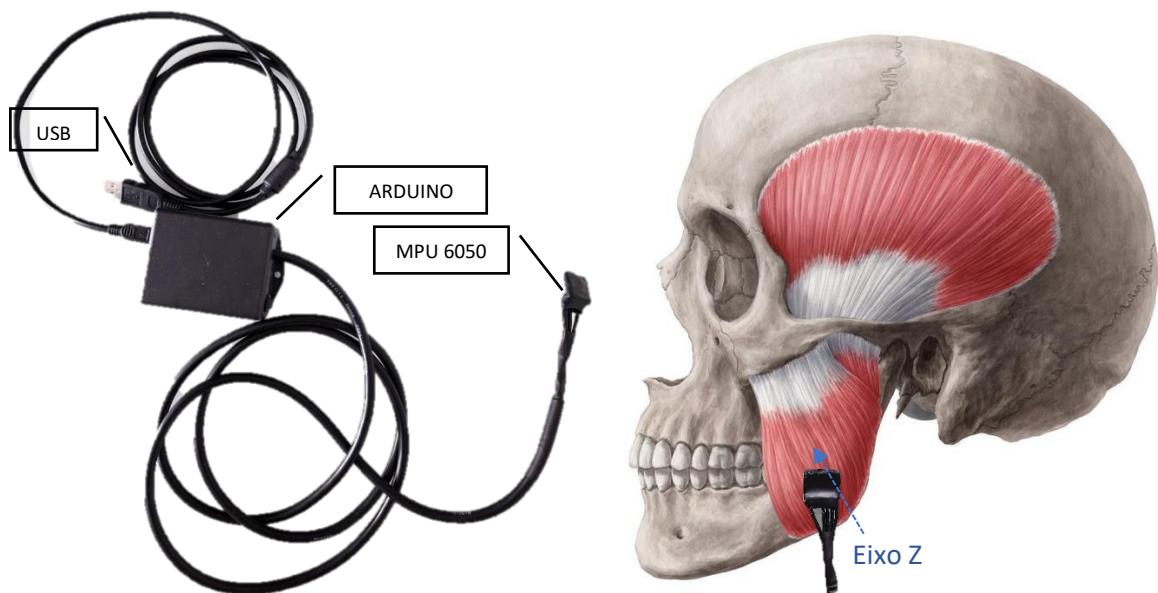


Figura 2 - Arquitetura do sistema, local de fixação e trajetória do eixo Z.

2.3.2 Métodos e tarefas de medição

Todas as medidas foram realizadas em sala silenciosa com o participante sentado em uma cadeira sem tocar no encosto da cadeira; com plano de Frankfurt paralelo ao chão. Antes da fixação do dispositivo a pele era limpa com compressa de álcool para remover a oleosidade e diminuir o risco de o adesivo descolar.

Em sequência, o dispositivo foi fixado no masseter direito do participante. Para avaliar a atividade do músculo, os participantes foram treinados a realizar cada atividade por 5s, iniciando pelo repouso (desencostar os dentes e manter os lábios encostados), seguido pelo morder com a maior força possível (contração voluntária

máxima) e por fim com a mastigação do lado direito com uma única goma (Mentos Pure Fresh), repetindo cada ação três vezes, com intervalo de 30s cada captura.

A escolha do músculo masseter para o uso do dispositivo se deu devido ele possuir uma superfície de pele relativamente plana e superficial, facilitando sua aplicação e monitoramento, além de participar em diversas funções.

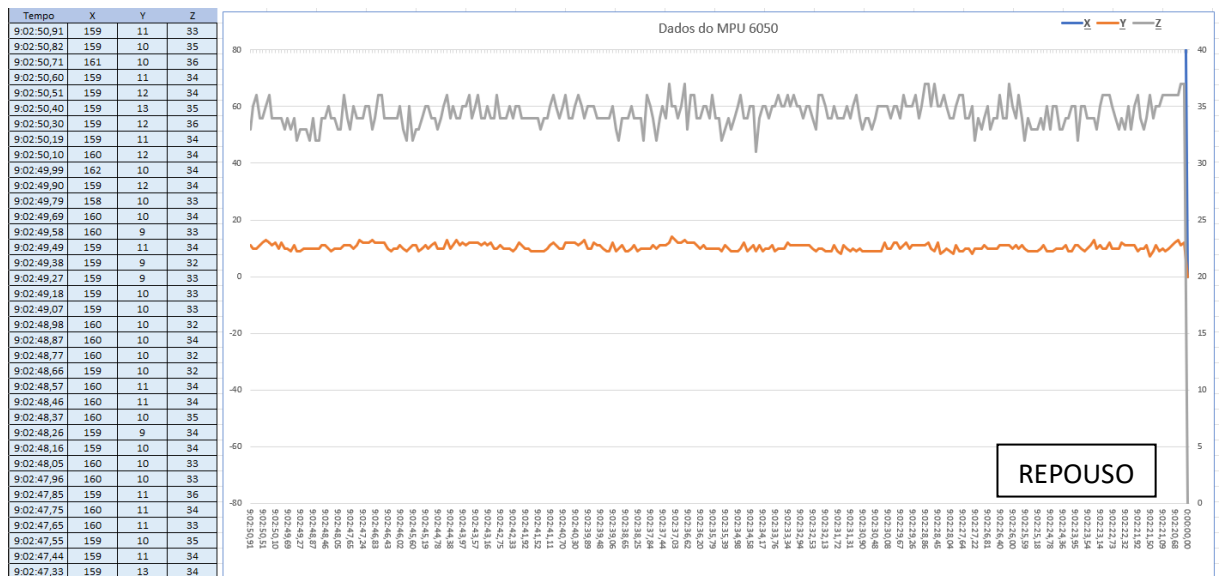
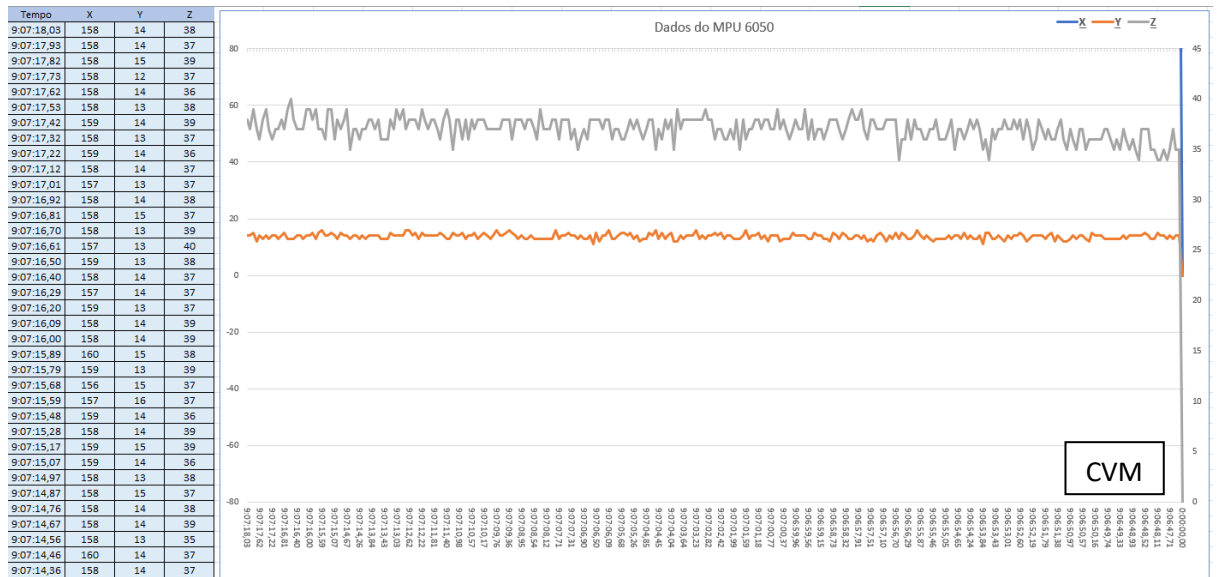
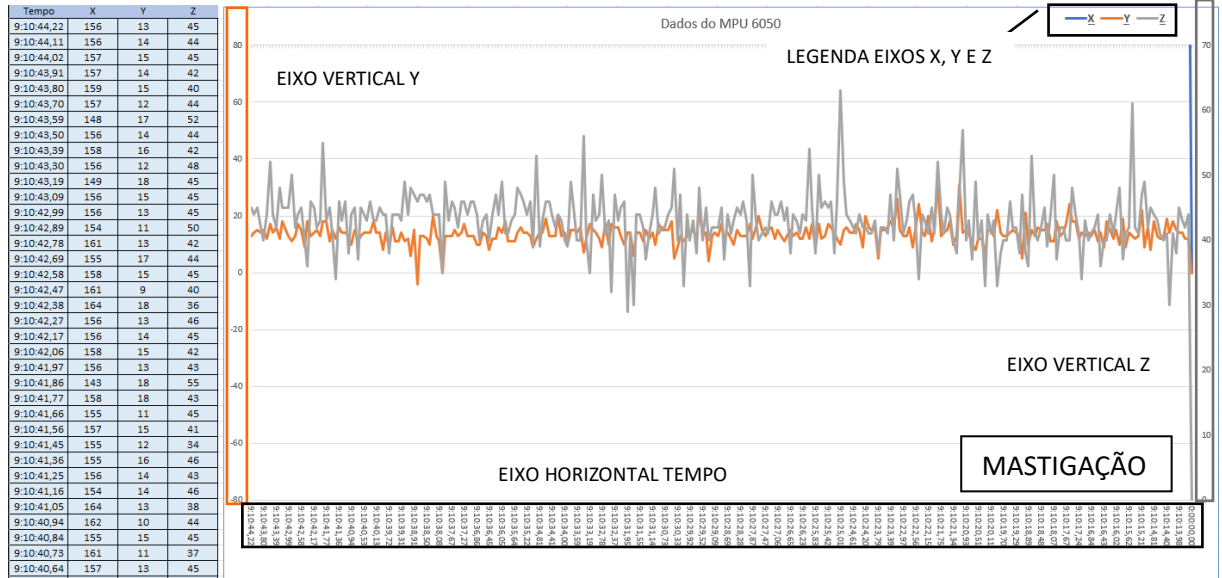
2.3.3 Itens de análise

As formas dos gráficos obtidos em cada tarefa de medição foram analisadas de acordo com a duração da atividade muscular (tempo) e aceleração (g). E comparação entre suas médias, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV).

3. RESULTADOS

Do total de pacientes examinados, 1 era do sexo masculino e 7 do sexo feminino, com idade entre 23 e 44 anos. O tempo máximo para concluir o exame não excedeu 5 minutos, sendo de fácil aceitação pelos participantes.

Importante registrar que, dos três eixos do acelerômetro (X, Y e Z), somente os dados do eixo “Z” foram considerados neste estudo, isso porque, na posição em que o protótipo foi adesivado ao masseter, esse foi o eixo que captou as variações dos movimentos do músculo, devido ao acelerômetro está adesivado a pele e ser solicitado ao paciente não movimentar a cabeça, limitando a captação nos eixos X e Y. O eixo “Y” também teve captação de movimentação, porém sua variação é mais presente na mastigação, que entre repouso e CVM, como mostra a figura 2, mas não foram considerados para comparação. A figura 2 ilustra um exemplo dos dados obtidos pelo acelerômetro, sendo a primeira atividade a mastigação, seguido da CVM e do repouso. A distribuição dos diferentes padrões de atividade do masseter entre os indivíduos participantes, mostrou que as atividades mastigação (M), CVM (C) e repouso (R), conseguem ser diferenciadas em um mesmo indivíduo, porém não segue médias de valores entre os indivíduos (Figura 2).



Fonte: Autoria própria

Figura 2 – Gráficos obtidos após o registro do acelerômetro para mastigação, CVM e repouso gerado pelo Excel, do indivíduo 1, respectivamente.

Os resultados da medição na Figura 2 mostram que os sinais de saída do sensor durante o evento da mastigação se diferenciam de forma clara dos demais sinais emitidos pelo músculo de forma visual e numérica, como na posição de repouso e na contração voluntária máxima, que são posições e um movimento importante para detectar tanto o que é funcional quanto disfuncional. O repouso e a CVM obtém gráficos semelhantes, porém, com valores diferentes devido a diferença de posições influenciar o eixo Z.

A tabela 1 dispõe os dados dos oito indivíduos estudados, cada qual em sua respectiva linha (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8), considerando a média das três aferições de cada indivíduo para repouso (R), CVM (C) e mastigação (MA).

TABELA 1 – Características dos indivíduos e médias de suas atividades do músculo masseter.

Indivíduo	Idade	Sexo	Biotipo Facial	R	C	MA
1	33	F	BF	35,08	37	41,6
2	41	F	BF	42,5	46,7	47,2
3	23	F	DF	19	19,1	21,1
4	39	F	DF	48,6	56	52,8
5	38	M	DF	25,1	32,3	16,5
6	28	F	MF	47,3	57,5	52,1
7	32	F	MF	37,1	37,6	41,1
8	44	F	MF	17,8	30,4	33,2

LEGENDA: (F) = Feminino; (M) = masculino; (BF) = Braquifacial; (DF) = Dólicofacial; (MF) = Mesofacial

Foi detectada coerência no crescimento das médias de aceleração (g) na sequência: repouso, CVM e mastigação em cinco dos oito indivíduos. Esse aumento não foi acompanhado em dois pacientes dolicofacial e um mesofacial, podendo ter influenciado o biotipo facial e a idade.

A tabela 2, 3 e 4 relacionam as médias dos dados do acelerômetro nas três amostras coletadas de cada indivíduo referente ao repouso, CVM e mastigação, desvio padrão e a média do coeficiente de variação dos eventos. O desvio padrão

maior que se teve como resultado foi da mastigação, isso pode ocorrer devido fatores como força de mastigação, volume muscular, atividade muscular da mandíbula, biotipo facial e coordenação entre os vários músculos da mastigação, influenciarem diretamente os resultados (Tabela 2, 3 e 4).

TABELA 2 – Distribuição das médias dos três eventos do repouso entre os indivíduos, desvio padrão e coeficiente de variação.

	R1	DP	R2	DP	R3	DP	CV
1	34,3	1,1	38,5	1	34,7	1,1	3%
2	40,6	1,3	43,6	0,9	43,4	1,1	2,6%
3	18,5	0,7	19,2	0,8	19,3	1,1	4,6%
4	47,4	1,1	48,4	1,1	50,1	1,1	2,3%
5	22,7	1,4	24,2	1,1	28,3	1	4,7%
6	44,2	1,1	47,2	0,9	50,5	1,1	2,2%
7	34,4	0,9	38,3	1	38,6	1	2,6%
8	12	1,1	21,3	1,1	20,3	1,2	6,6%

LEGENDA: (R1) = Primeiro evento do repouso; (R2) = Segundo evento do repouso; (R3) = Terceiro evento do repouso; (DP) = Desvio Padrão; (CV) = Coeficiente de variação.

Na tabela 2, foi observado que existe uma baixa atividade muscular no repouso, por isso temos baixo desvio padrão e coeficiente de variação. Dois participantes dolicofacial com idade superior tiveram uma variação maior que 4% no seu coeficiente de variação.

TABELA 3 – Distribuição das médias dos três eventos da contração voluntária máxima entre os indivíduos, desvio padrão e coeficiente de variação.

	C1	DP	C2	DP	C3	DP	CV
1	36,2	1,1	37,6	1	37,2	1,1	2,9%
2	48,6	1	47,8	2,9	43,6	1,1	3,6%
3	18,3	0,9	19,6	0,7	19,4	1,2	4,9%
4	57,4	1,4	56,1	1	54,6	1,1	2,1%
5	31,1	1,5	35,1	1,1	30,8	1,2	4%
6	55,5	1,5	61,4	1,5	55,5	1,2	2,4%

7	36,6	1	36,2	1,1	40	1,5	3,2%
8	26,8	1,7	32,4	1,1	32	1,3	5,1%

LEGENDA: (C1) = Primeiro evento da CVM; (C2) = Segundo evento da CVM; (C3) = Terceiro evento da CVM; (DP) = Desvio Padrão; (CV) = Coeficiente de variação.

Durante a CVM, foi observado valores superiores aos do repouso, possivelmente devido ao deslocamento da mandíbula de uma posição para outra pela contração do músculo masseter, medido como aceleração (g). Assim como no repouso, a CVM não possui grande desvio padrão entre os participantes, por ser uma posição.

TABELA 4 – Distribuição das médias dos três eventos da mastigação entre os indivíduos, desvio padrão e coeficiente de variação.

	MA1	DP	MA2	DP	MA3	DP	CV
1	42,1	4,9	45,6	3,9	37,1	4,4	10,7%
2	47,2	3,4	46,5	3,7	47,8	2,9	7,1%
3	22,5	3	20,5	2,4	20,3	3,5	14%
4	52,2	4,2	53,2	3,2	52,9	4,2	7,3%
5	15,6	3,8	16,6	5,4	17,2	6,4	31,3%
6	52	2,3	50,7	2,1	52,5	2,8	4,6%
7	42,7	2,4	39,9	3,4	40,6	4,7	8,5%
8	34,5	3	31,2	2,9	34	2,2	8%

LEGENDA: (MA1) = Primeiro evento da mastigação; (MA2) = Segundo evento da mastigação; (MA3) = Terceiro evento da mastigação; (DP) = Desvio Padrão; (CV) = Coeficiente de variação.

Pode-se observar os altos valores do desvio padrão, grandeza que mede a dispersão dos valores em torno da média, pois existe ciclos mastigatórios maiores e outro menores. Como a mastigação é dividida em dois subprocessos: mastigação e deglutição. Devemos nos aproximar do seu conceito para compreender a variação dos valores, pois a mastigação apresenta comportamento individual, refletidos nessa tabela pela influência das variáveis, como o biotipo facial, no qual os pacientes dolicofaciais possuem maior coeficiente de variação.

Com o intuito de verificar a variação dos dados entre as três aferições do mesmo indivíduo, decidiu-se inicialmente, coletar três vezes para obter uma média. Nas tabelas 2, 3 e 4, os dados são expostos e é possível compreender que apesar de não obter valores iguais, possivelmente porque no repouso a mandíbula está mais

elevada, ou a mastigação obteve um ciclo mais amplo, os valores são semelhantes entre as repetições.

4. DISCUSSÃO

Esse estudo se concentrou na avaliação de um novo dispositivo para medir a ação do masseter durante as atividades do masseter durante a mastigação, repouso e contração voluntária máxima. Essas medidas são produzidas pelos humanos por meio dos seus sinais biológicos, que podem ser elétricos, mecânicos ou químicos. E esses sinais podem sugerir indicadores de alterações na natureza fisiológica ou morfológica ¹⁶. Mesmo na chamada posição de “repouso”, “postural” ou “mandibular habitual”, que não implica que os músculos da mandíbula estejam inativos nesta postura. E sim que é uma posição na qual o indivíduo está sentado ou em pé, e sua mandíbula é mantida na posição vertical razoavelmente de forma constante em relação à maxila, na qual os dentes permanecem separados por alguns milímetros. Por isso o acelerômetro foi capaz de fazer a captação de alteração do músculo masseter nas diferentes atividades, com médias diferentes para cada uma delas.

Os métodos para avaliação da mastigação baseados nos sensores vestíveis comumente incorporam vários sensores. Porém neste estudo, o único sensor utilizado foi o acelerômetro, assim como em outros que utilizaram o ACC para identificação do lado de mastigação de diferentes tipos de alimentos com uma faixa da cabeça no temporal¹⁷, detectar a ingestão de alimentos com uso de óculos pelas captações do temporal ¹⁸ e detectar a dinâmica da mastigação com precisão de forma menos intrusiva, também através do uso de óculos ¹⁹. De forma a somar sensores, estudos combinaram EMG e um acelerômetro para monitorar a mastigação e identificar alguns tipos de alimentos, usando óculos semelhante as demais pesquisas ¹⁰.

Os sensores vestíveis propostos nos últimos anos que possuem objetivos voltados para mastigação utilizam microfone, eletromiografia (EMG) e sensores piezoelétricos embutidos nos dispositivos vestíveis. Como exemplo, o método baseado em microfone que implanta um sensor na orelha externa ²⁰ ou na região da garganta ²¹. No entanto, estes métodos são facilmente afetados pelo ruído acústico ambiente. Além disso, o fone de ouvido pode bloquear o canal auditivo e afetar a

comunicação diária. O sensor na área da garganta é intrusivo e desconfortável. Os sensores EMG e piezoelétricos precisam estar bem aderidos à pele para realizar a captação dos dados. Tornando-os intrusivos e não são adequados para uso prolongado. Por isso, como forma de diminuir as limitações futuras do estudo foi escolhido o uso do ACC como sensor único.

O masseter e o temporal são considerados músculos predominantes na mastigação, como registrado na atividade eletromiográfica, além de serem acessíveis para um registo não invasivo²². Por isso a escolha do músculo masseter no nosso estudo, porém os resultados na mastigação entre as repetições obtiveram variações, semelhança aconteceu no padrão da atividade bioelétrica muscular do masseter pela influência na posição da cabeça, quando da mastigação da cenoura e do amendoim. E não possuiu diferença estatística, na mastigação da goma ²³. Os potenciais bioelétricos do masseter podem aumentar 0,3% quando a cabeça está em uma posição mais anterior que a habitual, mas sempre paralela ao plano de Frankfurt ²⁴. No repouso mandibular, a dorso-flexão do pescoço pode aumentar a atividade muscular do masseter.

Para os dados da amostra do homem pode-se observar a variação nos resultados da mastigação, com variações maiores que os demais indivíduos que são mulheres. Estes resultados corroboram com estudos que relatam valores de atividade mioelétrica por ciclo e por sequência maior nos homens, além de maiores amplitudes verticais, e breve aumento de frequência mastigatória, durante a sequência ²⁵. Nesse cenário, tem sido levantado que as mulheres compensam força muscular reduzida, comparada ao sexo masculino, com um aumento da coordenação entre as funções motoras e sensoriais ²⁶, como parece transcrever a leitura dos resultados expostos.

Os valores sofrem variações nas atividades por diversas variáveis. Pois a captação dos dados acontece por meio da contração das fibras musculares, no qual seu fuso muscular se torna mais curto e mais grosso. Consequentemente, o músculo contrai até certo ponto, o que causa os movimentos de translação e rotação dos sensores. Quanto maior a força de mastigação, maior a translação e rotação. Os movimentos de translação resultam em mudanças de velocidade que são detectadas diretamente por um acelerômetro¹⁷. Essa vibração é percebida em diversas posturas. Pois a mandíbula também vibra em baixa frequência quando mantida na posição de repouso ou próximo a ela. Deve-se notar que o baixo valor na frequência

da vibração/tremor na mandíbula em repouso indica que apenas uma fração do tremor pode ser atribuída ao masseter. Outras influências, incluindo a atividade de outros músculos mastigatórios dos quais não foram registrados, e outras regiões da mandíbula também podem ser importantes²⁷. E esse tremor fisiológico aumenta durante o estresse e após exercícios exaustivos, e é frequentemente maior em idosos²⁸. Que poderia explicar o fato do indivíduo 8 com maior idade ter padrões de variação normalmente maiores no repouso e na CVM.

A mastigação pode ser definida como o processo de redução do tamanho e fragmentação de alimentos, acompanhada da salivação para serem mais facilmente deglutidos. Para isso, se faz necessária a movimentação da mandíbula para que os dentes possam exercer a pressão necessária à trituração dos alimentos. O processo de mastigação foi classificado em quatro fases: fechamento da mandíbula, pausa do movimento da mandíbula, abertura da mandíbula e, novamente, mais uma pausa do movimento da mandíbula. A primeira fase ocorre quando o indivíduo morde o alimento. A segunda fase é o momento em que os dentes estão exercendo pressão no alimento. A terceira fase é o momento em que a pressão exercida pelos dentes é cessada e a mandíbula é aberta e, por último, a quarta fase é a pausa ocorrida durante a abertura da mandíbula¹⁵. Um ciclo bastante complexo que faz-se necessário considerar os diferentes parâmetros da mastigação. Onde é preciso reconhecer o padrão mastigatório base do indivíduo, percebendo se é, ou não, constante o modo como mastiga os alimentos. A partir deste fator, consegue-se concluir que não existem diferenças significativas nos valores dos parâmetros mastigatórios, quando o indivíduo mastiga o mesmo tipo de alimento variadas vezes, para que não ocorra confusão entre os dados^{33,34}.

Outros fatores intrínsecos que podem influenciar a mastigação e alterar os ciclos mastigatórios são, o gênero²⁶, o tipo de oclusão²⁹, idade²⁶ e o padrão facial³⁰. Além das atividades musculares mastigatórias e as trajetórias da mandíbula durante a mastigação demonstrarem uma variabilidade considerável entre os indivíduos e até mesmo de ciclo para ciclo dentro do mesmo indivíduo, como foi possível observar nos resultados deste estudo³¹⁻³².

No futuro, tanto o protótipo poderá se tornar vestível e WI-FI, quanto o processamento poderá ser por meio de aplicativo de celular para fornecer ao usuário/profissional da saúde um feedback em tempo real. Pois assim como no nosso estudo, há evidências de que o acelerômetro fornece dados úteis para avaliar

atividades motoras da mandíbula sob diferentes estados funcionais e disfuncionais
7.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta o estudo de um novo sistema de sensor, de baixo custo, ainda no formato de protótipo, que pode detectar os movimentos do masseter e diferenciar repouso, contração voluntária máxima e mastigação.

REFERÊNCIAS

1. Longenbaker S, Maders Understanding Human Anatomy & Physiology, 8th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 2013.
2. Campillo MJ, Miralles R, Santander H, Valenzuela S, Fresno MJ, A. F. & C. Z. Influence of Laterotrusive Occlusal Scheme On Bilateral Masseter EMG Activity During Clenching and Grinding. CRANIO 26, 263–273, 2008.
3. Farooq M, Sazonov E. A novel wearable device for food intake and physical activity recognition. Sensors (Switzerland) 16, 2016.
4. Minami I, Wirianski A, Harakawa R, Wakabayashi N, Murray GM. The three-axial gyroscope sensor detects the turning point between opening and closing phases of chewing. Clin. Exp. Dent. Res. 4, 249–254, 2018.
5. Cooper DS, P. A. Electromyography in the functional and diagnostic testing of deglutition. Deglutition its Disord. Anatomy, Physiol. Clin. Diagnosis Manag. London Singul. 255–85, 1996.
6. Jeong IC, B. D. and S. P. Wearable Devices for Precision Medicine and Health State Monitoring. IEEE Trans Biomed Eng 66, 1242–1258, 2019.
7. Minami I. et al. A comparison between jerk-cost derived from a jaw-tracking system with that from an accelerometer. J. Oral Rehabil. 38, 661–667, 2011.
8. Cadavid S, Abdel-Mottaleb M, Helal A. Exploiting visual quasi-periodicity for real-time chewing event detection using active appearance models and support vector machines. Pers. Ubiquitous Comput. 16, 729–739, 2012.

9. Cheng YL, Chen YC, Chen WJ, Huang P, Chu HH. Sensor-embedded teeth for oral activity recognition. in ISWC 2013 - Proceedings of the 2013 ACM International Symposium on Wearable Computers 41–44, ACM Press, 2013. doi:10.1145/2493988.2494352.
10. Zhang R, Amft O. Bite glasses - Measuring chewing using EMG and bone vibration in smart eyeglasses. in International Symposium on Wearable Computers, Digest of Papers vols 12-16-September-2016 50–51, IEEE Computer Society, 2016.
11. Sazonov ES, Fontana JM. A sensor system for automatic detection of food intake through non-invasive monitoring of chewing. IEEE Sens. J. 12, 1340–1348, 2012.
12. Gao Y, et al. IHear Food: Eating Detection Using Commodity Bluetooth Headsets. in Proceedings - 2016 IEEE 1st International Conference on Connected Health: Applications, Systems and Engineering Technologies, CHASE 2016 163–172 Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016. doi:10.1109/CHASE.2016.14.
13. Bedri A. et al. EarBit. Proc. ACM Interactive, Mobile, Wearable Ubiquitous Technol. 1, 1–20, 2017.
14. Zamora MOCE. Compendio de cefalometría. Análisis Clínico y Práctico. 2004.
15. Passler S, Fischer W. Acoustical method for objective food intake monitoring using a wearable sensor system. In: Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2011 5th International Conference on. [S.l.: s.n.], 2011. p. 266–269.
16. Sabbatini RME. O computador no processamento de sinais biológicos. In: Revista Informádica, 1995. v. 2, n. 12, p. 5–9.
17. Wang S, Zhou G, Watson A, Xie L, Sun M, Jung W. Wearable motion sensor-based chewing side detection, Smart Health, v. 21, 2021.
18. Farooq M, Sazonov E. Accelerometer-Based Detection of Food Intake in Free-living Individuals. IEEE Sens J. 2018 May 1;18(9):3752-3758. doi: 10.1109/JSEN.2018.2813996. Epub 2018 Mar 8. PMID: 30364677; PMCID: PMC6197813

19. Wang S, Zhou G, Guan J, Ma Y, Liu Z, Ren B, Zhao H, Watson A, Jung W. Inferring food types through sensing and characterizing mastication dynamics, *Smart Health*, 20, 2021.
20. Amft O, Stager M, Lukowicz P, Troster G. Analysis of chewing sounds for dietary monitoring. In *UbiComp*. 05, 56–72. 2005.
21. Yatani K, Truong KN. Bodyscope: A wearable acoustic sensor for activity recognition. In *UbiComp*. 12, 341–350. 2012.
22. Fueki K, Sugiura T, Yoshida E, Igarashi Y. Association between food mixing ability and electromyographic activity of jaw-closing muscles during chewing of a wax cube. *Journal of oral rehabilitation*. May;35(5):345-52, 2008.
23. Barbosa LC. Avaliação de diferentes tipos de refeições a nível do complexo crânio-cérvico-mandibular durante a mastigação. Dissertação da Faculdade de Medicina Dentária. Porto, 2012.
24. Ohmure H, Miyawaki S, Nagata J, Ikeda K, Yamasaki K, Al-Kalaly A. Influence of forward head posture on condylar position. *J Oral Rehabil*. Nov;35(11):795-800, 2008.
25. Woda A, Foster K, Mishellany A, Peyron MA. Adaptation of healthy mastication to factors pertaining to the individual or to the food. *Physiol Behav*. Aug 30;89(1):28-35. 2006.
26. Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, Enoki K, Yoshida M, Maeda Y, et al. Association of masticatory performance with age, gender, number of teeth, occlusal force and salivary flow in Japanese older adults: Is ageing a risk factor for masticatory dysfunction? *Arch Oral Biol*. Oct;56(10):991-6. 2011.
27. Jaberzadeh S, Brodin P, Flavel SC, O'Dwyer NJ, Nordstrom MA, Miles TS. Pulsatile control of the human masticatory muscles. *J Physiol*. 2003 Mar 1;547(Pt 2):613-20. doi: 10.1113/jphysiol.2003.030221. Epub 2003 Jan 10. PMID: 12562913; PMCID: PMC2342637.
28. Deuschl G, Raethjen J, Lindemann M, Krack P. The pathophysiology of tremor. *Muscle Nerve* 24, 716–735. 2001.
29. Proff P. Malocclusion, mastication and the gastrointestinal system: a review. *J Orofac Orthop*. 2010 Mar;71(2):96-107.

30. Motoyoshi M, Shimazaki T, Sugai T, Namura S. Biomechanical influences of head posture on occlusion: an experimental study using finite element analysis. *Eur J Orthod*. 2002 Aug;24(4):319-26.
31. Kordass B. Analysis of the variability of occlusal function patterns in masticatory movement– use of the GEMAS software. *Int J Comput Dent*. 2006;9:143–152.
32. Yashiro K, Takada K. Validity of measurements for cycle-by cycle variability of jaw movements: variability of chewing cycles in cases of prognathism. *Physiol Meas*. 2004; 25:1125-1137.
33. Van der Bilt A, Engelen L, Pereira LJ, Van der Glas HW, Abbink JH. Oral physiology and mastication. *Physiology & behavior*. 2006 Aug 30;89(1):22-7.
34. Woda A, Foster K, Mishellany A, Peyron MA. Adaptation of healthy mastication to factors pertaining to the individual or to the food. *Physiol Behav*. 2006 Aug 30;89(1):28-35.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados com este trabalho permitem considerar que o protótipo desenvolvido foi capaz de detectar e registrar a atividade do músculo masseter durante a execução da mastigação, repouso e contração voluntária máxima.

Ao mesmo tempo verificou-se, através da revisão de escopo, o uso do acelerômetro, piezoelétrico e eletromiógrafo de superfície portátil como as tecnologias mais utilizadas em masseter e temporal, com diversas aplicações.

REFERÊNCIAS

ALMALCHY, M. T.; CIOBANU, V.; ALGAYAR, S. M. Solutions for Healthcare Monitoring Systems Architectures. **Proceedings - 16th International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, EUC 2018**, [S. l.], p. 123–128, 2018. DOI: 10.1109/EUC.2018.00025.

ATES, H. C.; NGUYEN, P. Q.; GONZALEZ-MACIA, L.; MORALES-NARVÁEZ, E.; GÜDER, F.; COLLINS, J. J.; DINCER, C. End-to-end design of wearable sensors. **Nature Reviews Materials**, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 887–907, 2022. DOI: 10.1038/s41578-022-00460-x.

FUSAYAMA, A. et al. Masseter and digastric muscle activity evaluation using a novel electromyogram that utilizes elastic sheet electrodes. **Journal of Prosthodontic Research**, [S. l.], v. 68, n. 1, p. 122–131, 2023. DOI: 10.2186/jpr.jpr_d_22_00239.

KINJO, R.; WADA, T.; CHUREI, H.; OHMI, T.; HAYASHI, K.; YAGISHITA, K.; UO, M.; UENO, T. Development of a Wearable Mouth Guard Device for Monitoring Teeth Clenching during Exercise. **Sensors (Basel)**, [S. l.], v. 21, n. 4, 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.3390/s21041503>.

LEEUEW R. DE, Klasser G. D. **American Academy of Orofacial Pain. Orofacial Pain: Guidelines for Assessment, Diagnosis and Management**. 6^a ed. [s.l: s.n.].

LONGENBAKER, S. **Mader's Understanding Human Anatomy & Physiology**. 8^a ed. Nova York.

PRASAD, S.; PAULIN, M.; CANNON, R. D.; PALLA, S.; FARELLA, M. Smartphone-assisted monitoring of masticatory muscle activity in freely moving individuals. **Clinical Oral Investigations**, [S. l.], v. 23, n. 9, p. 3601–3611, 2019. a. DOI: 10.1007/s00784-018-2785-3.

STRINI, P. J. S. A.; STRINI, P. J. S. A.; BARBOSA, T. S.; GAVIÃO, M. B. D. Assessment of thickness and function of masticatory and cervical muscles in adults with and without temporomandibular disorders. **Archives of Oral Biology**, [S. l.], v. 58, n. 9, p. 1100–1108, 2013. DOI: 10.1016/J.ARCHORALBIO.2013.04.006.

PARK, S.; CHUNG, K.; JAYARAMAN, S. Wearables: Fundamentals, Advancements, and a Roadmap for the Future,. *In*: **Wearable Sensors**. [s.l: s.n.]. p. 1–23.

APÊNDICE A - WEARABLE TECHNOLOGY USE FOR THE ANALYSIS AND MONITORING OF FUNCTIONS RELATED TO FEEDING AND COMMUNICATION



ISSN 2317-1782 (Online version)

Letter to the Editor Carta ao Editor

Bianca Oliveira Ismael da Costa¹
Alana Moura Xavier Dantas²
Liliane dos Santos Machado¹
Hilton Justino da Silva²
Leandro Pernambuco¹
Leonardo Wanderley Lopes¹

Keywords

Mastication
Deglutition
Voice
Wearables
Biomedical Technology

Descritores

Mastigação
Deglutição
Voz
Dispositivos Eletrônicos Vestíveis
Tecnologia Biomédica

Correspondence address:
Leandro Pernambuco
Departamento de Fonoaudiologia,
Universidade Federal da Paraíba –
UFPB
Loteamento Cidade Universitária,
Campus I, João Pessoa (PB), Brasil,
CEP 58051-900.
E-mail: leandropernambuco@gmail.com

Received: October 22, 2021
Accepted: November 18, 2021

Wearable technology use for the analysis and monitoring of functions related to feeding and communication

O uso de tecnologias vestíveis para análise e monitoramento de funções relacionadas à alimentação e comunicação

DEAR EDITORS,

Wearable devices and systems are contemporary alternatives to overcome challenges in the analysis and monitoring of functions related to feeding and communication. The objective of this letter is to comment on this scenario in the fields of mastication, swallowing, and voice.

Feeding and communication are indispensable to human survival, have social and emotional aspects in common, and are both dependent on the physiology of the head and neck region⁽¹⁾. Feeding requires mastication and swallowing and is related to maintaining the person's nutritional and hydration status; it also has social, cultural, behavioral, and affective importance⁽²⁾. Communication, in its turn, is used for social interaction; the voice, with its individual characteristics, is responsible for a large portion of the information that is conveyed⁽³⁾.

There is an approximately 30% prevalence of disorders related to mastication, swallowing, and voice⁽⁴⁻⁶⁾. Monitoring – either to confirm the diagnosis or follow up behavioral changes inherent to the treatment – is one of the main and more complex challenges in healthcare for these disorders. Wearable technologies can potentially contribute precisely to this context.

Health-monitoring wearable systems include applications installed on mobile devices (smartphones, tablets, smartwatches, and so forth), which collect the user's data in natural conditions in their activities of daily living⁽⁷⁾. Such technologies are already in use in the field of health to monitor vital signs, such as heart rate, arterial pressure, respiratory rate, blood oxygen saturation, and body temperature, helping follow up the changes that take place throughout therapy or over a given period. Other advantages of wearable technologies include quantitative documentation; investigation outside the setting controlled by the evaluator; automated time of data analysis; greater precision, as it is less dependent on the evaluator; and greater feasibility in clinical routine for both individuals and groups, with greater financial availability and feasibility than some traditional examination instruments⁽⁸⁾. Moreover, when compared to traditional

Study conducted at Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa (PB), Brasil.

¹ Programa de Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde, Cidade Universitária, Universidade Federal da Paraíba – UFPB – João Pessoa (PB), Brasil.

² Programa de Pós-graduação em Odontologia, Cidade Universitária, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife (PE), Brasil.

Financial support: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Conflict of interests: nothing to declare.



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Costa et al. CoDAS 2022;34(5):e20210278 DOI: 10.1590/2317-1782/20212021278en

1/3

APÊNDICE B - EVALUATING THE USE OF WEARABLES IN THE MASSETER AND TEMPORAL MUSCLES: A SCOPING REVIEW PROTOCOL

Revista CEFAC

eISSN 1982-0210

DOI: 10.1590/1982-0216/202325110522s | Rev. CEFAC. 2023;25(1):e10522

Artigos de revisão

Avaliação do uso de tecnologias vestíveis nos músculos masseter e temporal: um protocolo de revisão de escopo

Evaluating the use of wearables in the masseter and temporal muscles: a scoping review protocol

Alana Moura Xavier Dantas¹ 

Leonardo Wanderley Lopes² 

Naiara de Oliveira Farias³ 

Hilton Justino da Silva¹ 

¹ Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, Pernambuco, Brasil.

² Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

³ Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Patos, Paraíba, Brasil.

RESUMO

Objetivo: desenvolver um protocolo de revisão de escopo que busque identificar quais procedimentos e com que finalidade as tecnologias vestíveis disponíveis na literatura estão sendo usadas nos músculos masseter e temporal.

Métodos: seguirá a abordagem recomendada pelo *The Joanna Briggs Institute* e as diretrizes PRISMA-P. As bases de dados a serem pesquisadas incluem PubMed, Cochrane Library, LILACS, Scopus, Web of Science, Embase e literatura cinzenta. Em uma primeira etapa, dois revisores, de forma independente, avaliarão os artigos pelos títulos e resumos; em seguida, será realizada a revisão na íntegra dos artigos selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Quaisquer incertezas ou diferenças de opinião serão discutidas para consenso. Serão incluídos artigos publicados sem restrição de data e idioma. Todos os componentes serão apresentados em tabelas e fluxogramas. Além disso, um resumo narrativo de cada componente será incluído para mais detalhes.

Considerações Finais: este protocolo irá apresentar o estado geral da literatura acerca do uso das tecnologias vestíveis na musculatura mastigatória de masseter e temporal.

Descritores: Dispositivos Eletrônicos Vestíveis; Músculo Masseter; Músculo Temporal; Músculos da Mastigação; Revisão.

ABSTRACT

Purpose: to develop a scoping review protocol that seeks to identify which procedures and for what purpose wearables available in the literature are being used on the masseter and temporal muscles.

Methods: the approach recommended by The Joanna Briggs Institute and the PRISMA-P guidelines, will follow. Databases to be searched include PubMed, Cochrane Library, LILACS, Scopus, Web of Science, Embase and grey literature. In the first step, two reviewers will independently evaluate the articles by titles and abstracts; then, a full review of the selected articles will be performed according to the inclusion and exclusion criteria. Any uncertainties or differences of opinion will be discussed for consensus. Articles published without date or language restrictions will be included. All components will be presented in tables and flow charts. In addition, a narrative summary of each component will be included for further details.

Final Considerations: this protocol will present the general state of the literature on the use of wearables in masseter and temporal masticatory muscles.

Keywords: Wearable Electronic Devices; Masseter Muscle; Temporal Muscle; Masticatory Muscles; Review

Estudo realizado na Universidade Federal de Pernambuco., Recife, Pernambuco, Brasil.

Fonte de financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Conflito de interesses: Inexistente.

Endereço para correspondência:
Hilton Justino da Silva
Departamento de Fonoaudiologia
CEP: 50740-920 - Recife, Pernambuco, Brasil
E-mail: hiltonfono@hotmail.com

Recebido em: 13/07/2022
Aceito em: 17/01/2023



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CCS/UFPB	
--	---

Continuação do Parecer: 4.866.632

Comitê.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1667898.pdf	15/07/2021 14:43:45		Aceito
Outros	CERTIDAO_Aprovacao_Projeto_Pesquisa_LEONARDO_LOPES.pdf	15/07/2021 14:43:01	Alana Moura Xavier Dantas	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO_9768_2021_PPPGODO2252501643612368137.pdf	25/05/2021 11:32:30	Alana Moura Xavier Dantas	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Maiores_18.doc	25/05/2021 11:29:31	Alana Moura Xavier Dantas	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Doutorado_Alana_Acelerometro.doc	25/05/2021 11:29:21	Alana Moura Xavier Dantas	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_24_05.pdf	25/05/2021 11:28:48	Alana Moura Xavier Dantas	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 26 de Julho de 2021

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
 (Coordenador(a))

Endereço: Prédio da Reitoria da UFPB, 1º Andar	
Bairro: Cidade Universitária	CEP: 58.051-900
UF: PB	Município: JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791	Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br