

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**FACULDADE DE FISIOTERAPIA**  
**MESTRADO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FÍSICO-  
FUNCIONAL**

**Saulo José Elias e Silva**

**Comparação dos níveis de oxigênio muscular durante a execução de um protocolo de  
exercícios para resistência à fadiga em mulheres híginas e com desordens  
temporomandibulares.**

Juiz de Fora

2023

**Saulo José Elias e Silva**

**Comparação dos níveis de oxigênio muscular durante a execução de um protocolo de exercícios para resistência à fadiga em mulheres híginas e com distúrbios temporomandibulares.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional. Área de concentração: Desempenho e Reabilitação em diferentes condições de saúde

Orientadora: Dra. Érica Cesário Defilipo

Coorientadora: Dra. Michelle Cristina Sales Almeida Barbosa

Juiz de Fora

2023

**SAULO JOSÉ ELIAS E SILVA**

**Comparação dos níveis de oxigênio muscular durante a execução de um protocolo de exercícios para resistência à fadiga em mulheres hípidas e com distúrbios temporomandibulares**

Dissertação  
apresentada  
ao Programa de  
Mestrado Ciências  
da Reabilitação e  
Desempenho Físico-  
Funcional  
da Universidade  
Federal de Juiz de  
Fora como requisito  
parcial à obtenção do  
título de Mestre em  
Ciências da  
Reabilitação e  
Desempenho Físico-  
Funcional. Área de  
concentração:  
Desempenho e  
Reabilitação em  
Diferentes Condições  
de Saúde

Aprovada em 16 de outubro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Dra. Érica Cesário Defilipo** - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

**Profa. Dra. Michelle Cristina Sales Almeida Barbosa** - Coorientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Diogo Simões Fonseca**

**Profa. Dra. Ilha Gonçalves Fernandes**

Universidade Sudamérica

Juiz de Fora, 22/09/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Érica Cesário Defilipo, Professor(a)**, em 17/10/2023, às 14:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diogo Simoes Fonseca, Professor(a)**, em 18/10/2023, às 09:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Cristina Sales Almeida Barbosa, Professor(a)**, em 23/10/2023, às 15:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **ILHA GONCALVES FERNANDES, Usuário Externo**, em 23/10/2023, às 19:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1486803** e o código CRC **BF653BF4**.

## RESUMO

A Desordem Temporomandibular (DTM) é um termo coletivo para dores e disfunções dos músculos mastigatórios e da articulação temporomandibular, caracterizada funcionalmente pela limitação do movimento da mandíbula e pode envolver ruído articular, dor, alteração na sensibilidade e na atividade muscular. Fatores como baixa qualidade do sono, aumento do quadro depressivo, ansiedade e déficit nutricional são algumas das consequências proporcionada pela DTM, o que afeta significativamente a qualidade de vida. Uma baixa extração de oxigênio em músculos responsáveis pela mastigação é observada em voluntárias que apresentam DTM e o exercício terapêutico pode ser uma escolha interessante no controle desses níveis, já que proporciona um aumento do fluxo sanguíneo na musculatura envolvida. Esse estudo será conduzido com o intuito de comparar os níveis de saturação de oxigênio muscular ( $SatO_2$ ) do masseter após a execução de exercícios de resistência à fadiga em mulheres híidas e portadoras de desordem temporomandibular. Foram incluídas 88 mulheres, divididas entre 58 integrantes para o grupo com DTM e 30 para o grupo de mulheres híidas e avaliados os níveis de saturação de oxigênio muscular do masseter antes, durante e depois a execução do protocolo de exercício de resistência à fadiga (PERF). Os dados coletados foram analisados pelo software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 26.0. Para análises entre os grupos foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e para comparação do fator tempo, o teste de Friedman. Não houve diferença entre a  $SatO_2$  do músculo masseter entre os grupos após aplicação do protocolo de exercício, porém apresentou diminuição dos níveis quando avaliado a voluntária no tempo durante e após aplicação do protocolo.

Palavras-chaves: Desordem temporomandibular. Oxigenação muscular. Espectroscopia de infravermelho próximo. Exercício terapêutico.

## ABSTRACT

Temporomandibular Disorder (TMD) is a collective term for pain and dysfunction of the masticatory muscles and temporomandibular joint, characterized functionally by the limitation of jaw movement and may involve joint noise, pain, change in sensitivity and muscle activity. Factors such as poor sleep quality, increased depression, anxiety and nutritional deficit are some of the consequences provided by TMD, which significantly affects quality of life. A low extraction of oxygen in muscles responsible for mastication is detected in volunteers who have TMD and physical exercise may be an option to help control these levels, since it provides an increase in blood flow in the muscles involved. Knowing this, this study will be conducted in order to compare the levels of muscle oxygen saturation ( $SmO_2$ ) of the masseter after the execution of fatigue resistance exercises in healthy women with temporomandibular disorders. A total of 88 women were included, divided into 58 members for the TMD group and 30 for the healthy women group, and the masseter muscle oxygen saturation levels were evaluated before and after the execution of the fatigue resistance exercise protocol. The collected data were analyzed using the IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 26.0. For analyses between groups, the Kruskal-Wallis test was used and for comparison of the time factor, the Friedman test. There was no difference between the  $SatO_2$  of the masseter muscle between the groups after application of the exercise protocol, but there was a decrease in levels when the volunteer was evaluated before and after application.

Keywords: Temporomandibular disorder; Muscle oxygenation; Near-infrared spectroscopy; Therapeutic exercise.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Dados demográfico.....	16
Tabela 2 – Comparação da SatO <sub>2</sub> muscular do masseter entre os grupos.....	17
Tabela 3 – Comparação da SatO <sub>2</sub> muscular do masseter dentro dos grupos.....	17

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DTM	Desordem Temporomandibular
O2	Oxigênio
SATO <sub>2</sub>	Saturação de Oxigênio
MFIQ	Questionário e Índice de Limitação Funcional Mandibular
ATM	Articulação Temporomandibular
NIRS	Espectroscopia por infravermelho próximo
PERF	Protocolo de exercício de resistência à fadiga
CAAE	Certificado de apresentação de apreciação ética
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
EVA	Escala Visual Analógica
KGF	Quilo força
USA	Estados Unidos da América
NIME	Núcleo de investigação músculo esquelética



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO .....	13
2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO .....	13
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS.....	14
3.2 CRITÉRIO DE INCLUSÃO .....	14
3.3 CRITÉRIO DE EXCLUSÃO .....	14
3.4 MATERIAIS .....	14
3.5 PROCEDIMENTOS.....	15
<b>4 RESULTADO</b> .....	<b>18</b>
4.1 SELEÇÃO DOS SUJEITOS .....	18
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>25</b>
<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>31</b>
<b>APÊNDICE B</b> .....	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A desordem temporomandibular (DTM) é um termo coletivo para dores e disfunções dos músculos mastigatórios e da articulação temporomandibular, caracterizada funcionalmente pela limitação do movimento da mandíbula, podendo desencadear ruído articular, dor, alterações na sensibilidade e na atividade muscular (List et al., 2017; Massaroto et al., 2020). A DTM resulta em dor e incapacidade e é a segunda maior condição musculoesquelética, ficando atrás da dor lombar crônica (Schiffman, Ohrbach, Truelove, Look, Anderson, Goulet, List, et al., 2014). A DTM é um problema de saúde pública significativo afetando aproximadamente 5% a 12% da população mundial (Schiffman, Ohrbach, Truelove, Goulet, svensson, et al., 2014; Valesan et al., 2021) com predominância em indivíduos entre 18 e 45 anos, e prevalência entre 1,5 a 2,5 vezes maiores em mulheres do que comparado a homens (Incorvati et al., 2020; Tonin et al., 2020; Valencia et al., 2020).

A etiologia da DTM integra elementos biológicos, como desordens estruturais e distúrbios funcionais (Wieckiewicz et al., 2022). A hiperatividade muscular é caracterizada pela ação acima do necessário, como por exemplo, manter em isometria por tempo prolongado, levando a um aumento do tônus muscular e proporcionando uma sobrecarga nos músculos mastigatórios. Isso acarreta prejuízos no fluxo sanguíneo e, conseqüentemente, redução do suporte de oxigênio, assim como, um rápido acúmulo de metabólicos induzindo uma isquemia e como conseqüência uma sensação de fadiga (Liu Chiao et al., 2003).

A DTM pertence a uma subclasse das dores orofaciais, uma vez que está associada a condições dolorosas nos tecidos moles e duros da cabeça, face, pescoço e todas as estruturas intraoral (Progiante et al., 2015). Ela pode ser de origem muscular, articular ou envolver os dois tipos, sendo a de origem muscular classificada como DTM miogênica e apresenta acometimento acima de 40% quando comparada com as de outras origens (Ferrilo et al., 2022; Incorvati et al., 2020; Reis et al., 2022).

A DTM afeta diretamente a qualidade de vida, como mostra um estudo realizado por Pigozzi et al. (2021) em que os autores compararam voluntárias com e sem DTM e encontraram relação entre a presença da DTM e uma pior qualidade de vida. Ansiedade e depressão são fatores presentes em portadoras de DTM e apresentam aumento na sensibilidade da dor, quando comparado a indivíduos sem essa condição (Vedolin et al., 2009). Outros fatores observados, como o déficit nutricional e a baixa qualidade do sono, também estão presentes nessa população, uma baixa demanda em nutrientes ocasiona fraqueza muscular e fadiga, assim como uma baixa qualidade de sono proporciona aumento

do estresse, da tensão muscular e alterações no controle da dor. A privação dessas condições proporciona uma diminuição no processo de reparação tecidual e um prejuízo na demanda de oxigênio muscular (Roithmann et al., 2021; Edwards et al., 2021). Achados de Dinsdale et al., (2020) mostraram que houve uma redução da abertura máxima ativa da boca em voluntárias com DTM e o mau funcionamento dessa habilidade implica negativamente em relacionamentos sociais como falar e sorrir, por exemplo.

Os músculos masseter e temporal desempenham papéis cruciais no processo de mastigação, contribuindo significativamente para a função eficiente do sistema estomatognático. O músculo masseter é um dos principais responsáveis pela elevação da mandíbula durante a mastigação, sua contração proporciona ativação suficiente para triturar alimentos, sendo essencial para movimentos funcionais. O músculo temporal, situado na região lateral da cabeça, desempenha o papel de elevação e retração da mandíbula, contribuindo para os movimentos coordenados necessários para uma mastigação eficiente. Esses músculos, quando trabalham em conjunto, possibilitam a execução dos movimentos funcionais da mandíbula (Tomonari et., ai 2019; Miochele et al., 1999).

A Dor, um dos sintomas comum da DTM, é uma experiência multidimensional e complexa que resulta de uma interação entre a área periférica do corpo com o sistema nervoso central e que é modificada por fatores biológicos e psicológicos. Sequências de eventos entre essas estruturas percebem e conduzem esses estímulos através de impulsos nociceptivos atingindo centros mais altos do cérebro, onde é percebido como dor (Kalladka et al., 2021).

A escala visual analógica (EVA) e o algômetro de pressão são ferramentas de avaliação da dor que permitem que profissionais de saúde e pesquisadores quantifiquem e avaliem a intensidade relatada pelo paciente, tornando possível um diagnóstico mais preciso e uma gestão mais eficaz da dor. Além disso, essas ferramentas são essenciais em contextos de pesquisa clínica, permitindo a comparação de resultados entre estudos e a medição do impacto de diferentes intervenções terapêuticas. É possível encontrar ferramentas de avaliação subjetiva e objetiva que desempenham um papel crucial, permitindo uma análise dos aspectos fisiológicos da dor. Essas ferramentas se completam para um melhor diagnóstico e fornecem uma compreensão mais profunda dos mecanismos da dor, auxiliando na escolha de estratégias de tratamento adequadas e contribuindo para o avanço da pesquisa em dor (Borges et al 2017).

Existem índices validados que se caracterizam pelo agrupamento de sinais e ou sintomas predeterminados por pontuações ou scores que somados permitem classificar em subcategorias funcionais ou de severidade e por meio desse resultado determinar qual

modalidade terapêutica é mais adequada para condição apresentada (Campos et al., 2012). O Questionário e Índice de Limitação Funcional Mandibular (MFIQ) (Apêndice B) é composto, em sua versão ampliada, por 17 (dezessete) questões, porém, a versão reduzida foi a validada para a língua portuguesa (Campos et al., 2012). Composto por 13 questões com cinco possíveis respostas variando os valores entre 0 a 4, sendo que 0 representa nenhuma dificuldade e indo até 4 que representa muitíssima dificuldade. A soma proporciona um índice de acometimento, que vai de 0 a 5, e que, comparado ao quadro proposto pelo questionário, classifica em categoria de severidade a voluntária, subdividida em baixo ( $<0,3$ ), moderado ( $0,3 - 0,6$ ) e severo ( $>0,6$ ) (Chaves et al., 2008).

Com o intuito de proporcionar um melhor tratamento terapêutico, estudos vêm observando a possibilidade de estratégias não invasivas em pacientes com DTM (Gebaska et al., 2023). Alguns dos principais tratamentos para DTM sugeridos pela literatura, são: terapia cognitiva comportamental, terapia postural, exercícios para musculatura mastigatória, medicina comportamental, técnica de agulhamento seco, estimulação elétrica nervosa transcutânea e termoterapia (Fertout et al., 2022).

Sobre exercício terapêutico como tratamento, o mesmo é capaz de reduzir os sintomas clínicos, como dor nos músculos e na articulação, assim como melhora da funcionalidade da Articulação Temporomandibular (ATM) (Gebaska et al., 2023; Sashin et al 2021; Shimada et al, 2019). Tem sido, também, alvo de estudos recentes, que trazem como resultado a diminuição das dores e melhora da amplitude de movimento da Articulação Temporomandibular (Dickerson et al., 2017; Sakaguchi et al., 2022). Dentre as possíveis aplicações de exercícios, o estudo realizado por Barbosa et al., (2019) demonstrou respostas positivas sobre a utilização de exercício de resistência à fadiga em mulheres com DTM. Sabendo que fibras dos músculos mastigatórios de portadoras de DTM apresentam uma menor capacidade de extração de oxigênio, processo crucial para a produção de energia, e essa deficiência implica em uma maior gravidade nos sinais e sintomas, como por exemplo, isquemia e lesão tecidual, estresse oxidativo e resposta inflamatória (Ferreira et al., 2017), como forma de estabelecer equilíbrio, devido ao aumento do fluxo sanguíneo local, o exercício físico pode ser uma opção para controle nos níveis de Saturação de oxigênio ( $\text{SatO}_2$ ).

O oxigênio ( $\text{O}_2$ ), após ser carregado pela hemácia na corrente sanguínea, é transportado pela mioglobina para as fibras musculares (Wagner et al, 2011), diminuições nos níveis dessa substância é um indicativo de baixos níveis de  $\text{O}_2$  na musculatura (Inglis et al, 2019). Para monitorar os níveis de  $\text{O}_2$  muscular, a espectroscopia de infravermelho próximo (NIRS) é

uma técnica não invasiva utilizada na avaliação da SatO<sub>2</sub> muscular. Através da NIRS é capaz de captar o balanço entre o fornecimento de oxigênio muscular e a demanda durante o exercício (Miranda-Fuentes et al., 2021a). O dispositivo emite uma luz infravermelha e a absorção varia dependendo do nível de oxigenação e desoxigenação das moléculas de hemoglobina e mioglobina (Inglis et al, 2019). Considerando que o desempenho do músculo esquelético depende do metabolismo oxidativo (Hamaoka et al, 2007), estudos que utilizam o NIRS têm sido fundamentais para monitorar a saturação de oxigênio muscular durante e após o exercício.

Dentre as diversas modalidades terapêuticas disponíveis para a DTM é essencial compreender suas atuações, pois isso permite uma gestão dessa condição, promovendo o alívio da dor e a melhora da qualidade de vida desses indivíduos (Dinsdale et al., 2020; Paço et al., 2016). Estudos carecem de informação a respeito do comportamento da SatO<sub>2</sub> de músculos mastigatórios após aplicação de exercícios. Esse estudo visou observar o comportamento dos níveis de SatO<sub>2</sub> do músculo masseter durante e após um protocolo de exercício de resistência à fadiga (PERF) em mulheres com DTM e compará-los a um grupo de mulheres híginas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal deste estudo foi comparar a SatO<sub>2</sub> muscular do masseter após a execução do PERF em mulheres portadoras de DTM e mulheres hígdas.

### 2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Comparar o fator tempo da variação dos níveis de saturação de oxigênio muscular do masseter após aplicação do PERF na voluntária.

Comparar os níveis de SatO<sub>2</sub> muscular do masseter entre os grupos antes da aplicação do PERF.

Avaliar a percepção de dor antes e após a execução do PERF.

Classificar as voluntárias quanto ao grau de acometimento e nível de severidade da DTM.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS

Esse foi um estudo observacional de caráter transversal. A realização desse projeto foi aprovada pelo Comitê de Ética em pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (CAAE 64801922.0.0000.5147) e deu continuidade após a permissão das voluntárias através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A). Os responsáveis pela pesquisa se comprometeram respeitar a privacidade das voluntárias bem como o sigilo de todas as informações dadas pelas voluntárias.

#### 3.2 CRITÉRIO DE INCLUSÃO

Foram incluídas no estudo mulheres com idade entre 18 e 45 anos que apresentassem ou não dores orofaciais e que não se enquadrassem em algum dos critérios de exclusão.

#### 3.3 CRITÉRIO DE EXCLUSÃO

Foram adotados como critérios de exclusão mulheres portadoras de DTM com histórico de traumas na face ou no crânio, com tempo inferior a 05 anos, portadoras de doenças reumatológicas ou doenças neurológicas, estar em uso de anti-inflamatórios não esteroidais, que estivessem em uso de aparelho ortodôntico fixo e não apresentasse, no mínimo, 28 dentes permanentes.

#### 3.4 MATERIAIS

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- Ficha de avaliação;
- Questionário e Índice de Limitação Funcional Mandibular (MFIQ)
- Escala Visual Analógica (EVA)
- Algômetro de pressão (MED.DOR®, Brasil, compressão máxima = 50Kgf, precisão = 0,1 Kgf e exibição 3 dígitos);
- Paquímetro;
- Luvas cirúrgica;

- Fita métrica para medir altura;
- Balança antropométrica;
- Célula de carga (tensão e compressão máxima = 200 Kgf, precisão de 0.1 Kgf, erro máximo de medição = 0.33);
- Módulo de aquisição de sinais biológicos Miotec™ Equipamentos Biomédicos;
- Humon (Humon Hex, Dynometrics Inc., Boston, MA, USA);
- Gaze;
- Software Biotrainer™ biofeedback visual (Miotec™, Biomedical Equipments).

### 3.5 PROCEDIMENTOS

Através das redes sociais, foi divulgado um formulário direcionado para mulheres que sentiam ou não dores orofaciais (<https://forms.gle/4BDAPJoxuC3tDkMdA>), juntamente com cartazes, folders e abordagens direta a mulheres que se encontravam nas proximidades do laboratório. A voluntária que apresentou compatível aos critérios de elegibilidade do projeto foi convidada a comparecer ao laboratório e todo o procedimento de coleta teve duração média de 1h (uma hora) para avaliação e execução do PERF.

A coleta dos dados foi realizada em uma sala multiuso destinada à pesquisa ao Núcleo de Investigação Músculo Esquelética (NIME) pelo departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora no Campus de Governador Valadares. Primeiramente era exposto à voluntária a intenção desse estudo e todo procedimento de realização da coleta, como por exemplo, a utilização de cada instrumento, qual a sua função na pesquisa e como a voluntária se comportaria durante todo processo de coleta. Foi solicitado que a voluntária lesse e assinasse o TCLE, caso estivesse de acordo, e após isso deu-se início ao processo de coleta.

Para avaliação física a voluntária foi conduzida até uma sala destinada a essa atividade em que foi aplicada a ficha criada pelos autores desse estudo (Apêndice B) com os dados pessoais e para a coleta do peso e a altura, também. Logo após a voluntária era convidada a responder algumas perguntas relacionadas ao questionário utilizado para alocação dos grupos.

O MFIQ foi aplicado para determinar os grupos conforme o resultado apresentado e os graus de severidade da DTM. A voluntária foi considerada do grupo de mulheres hígdas quando a soma de todas as perguntas fossem igual a 0 (zero). Antes da aplicação foi esclarecido para a voluntária qual a intenção de se aplicar esse questionário, como que o



resultado dele era interpretado e como isso seria utilizado em nosso estudo. As perguntas eram lidas de forma que ficasse claro o entendimento e qualquer dúvida apresentada era sanada. Essa ferramenta também permitiu que as voluntárias fossem classificadas quanto ao grau de severidade apresentado para o grupo com DTM.

A percepção subjetiva da dor foi coletada antes do PERF através da Escala Visual Analógica (EVA), um instrumento que utiliza uma linha reta, convencionalmente de 10cm de comprimento, em que os limites extremos são marcados por linhas perpendiculares. As extremidades da escala carregam uma descrição verbal de cada extremo do sintoma a ser avaliado sendo do lado esquerdo ausência de dor, representado pelo número 0, e o lado direito maior dor existente, representado pelo número 10 (Downie et al., 1978; Sousa et al., 2020). Foi solicitada a voluntária a marcar na linha, em uma posição entre essas duas extremidades, que representasse o nível de dor percebida naquele momento. Para obter o valor da escala, utilizamos um paquímetro digital para medir, em milímetros, do zero até o local onde a voluntária registrou o nível de dor. Através do valor obtido foi possível classificar as voluntárias em três categorias, sendo valores 1 – 3 dor suave, 4 – 7 dor moderada e 8 - 10 dor severa (DE SOUSA et al., 2020).

Através do algômetro de pressão (MED.DOR®, Brasil, compressão máxima = 50Kgf, precisão = 0,1 Kgf e exibição 3 dígitos), conseguimos quantificar o limiar de dor por pressão. Esse dispositivo é confiável (ICC 0,83) e permite que o avaliador quantifique de forma objetiva a sensibilidade mecânica ao nível de dor (Jerez-Mayorga et al., 2020; Barbosa et al., 2019). A algometria de pressão foi realizada antes e após o PERF por um único avaliador, sendo executado uma pressão progressiva com o dispositivo sobre o ventre muscular dos músculos na seguinte ordem: masseter direito, temporal direito, masseter esquerdo e temporal esquerdo, sendo três repetições consecutivas em cada músculo. Foi instruído a voluntária que levantasse a mão no momento em que começasse a sentir algum desconforto.

Para o PERF utilizamos uma carga de 35% do valor obtido na Contração Voluntária Máxima, sugerida nesse trabalho realizado por (Barbosa et al., 2019). O procedimento de controle para que cada voluntária atinja essa porcentagem proposta foi através do software Biotrainer™ biofeedback visual. O PERF foi adaptado e consistiu de três repetições, cada repetição sustentada por 5 segundos, com o intervalo de dois segundos entre as repetições. O total, para cada lado, foi de três séries com 35 segundos de descanso entre as séries. O PERF foi executado utilizando a célula de carga em que a voluntária estava sentada com os dentes incisivos sobre a haste adaptada da célula de carga. Antes de iniciar, a célula de carga era esterilizada com álcool e uma proteção de silicone descartável era colocada sobre o local onde

a voluntária apoiava os dentes. Durante todo o procedimento, o avaliador utilizou luvas cirúrgica, máscara e jaleco para controle e diminuição na transmissão de agentes infecciosos.

Os níveis de SatO<sub>2</sub> do músculo masseter foram monitorados através de um monitor por espectroscopia de infravermelho próximo não invasivo portátil Humon® validado e confiável, ICC 0,86 e 0,92, respectivamente, para inspecionar variações dos níveis de SatO<sub>2</sub> durante atividade física, sendo possível observar as mudanças em tempo real conectando o dispositivo com um smartphone via bluetooth (Farzam et al., 2018; Miranda-Fuentes et al., 2020). O Humon® foi acoplado sobre o músculo masseter, seguindo a ordem de primeiro realizado o procedimento do lado direito e depois do lado esquerdo, respeitando um intervalo de 5 minutos entre os lados para que ocorra a recuperação da carga contrátil do músculo. A SatO<sub>2</sub> do músculo masseter foi coletada durante dois minutos antes do PERF, durante a execução do PERF e durante dois minutos após o término do PERF, totalizando seis minutos e vinte e seis segundos de tempo total. Foi solicitado à voluntária repouso vocal durante todo o processo de coleta.

Após a execução do PERF, tanto a Escala Visual Analógica quanto a algometria foram aplicadas novamente para avaliar se houve alguma alteração nos níveis de dores. Novamente era explicado para a voluntária sobre o procedimento de aplicação da EVA e solicitado que marcasse o local entre 0 e 10 que representasse o nível de dor no momento. Na coleta após o PERF, a EVA foi aplicada discriminando os lados seguindo a ordem de primeiro o lado direito e depois o lado esquerdo. Para algometria foi mantido o procedimento realizado antes do PERF.

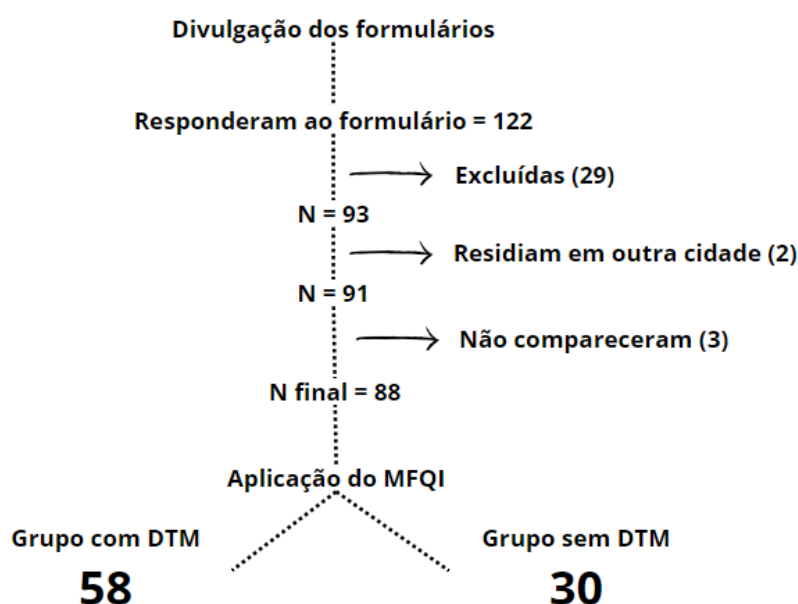
## 4 RESULTADOS

### 4.1 SELEÇÃO DOS SUJEITOS

O cálculo amostral foi realizado através do programa G-Power 3.1, utilizando como referência o estudo realizado por Ferreira (2016), considerando o tamanho de efeito entre o desfecho exercício  $d = 1,53$  e nível alfa de 5%, intervalo de confiança de 95% e poder do teste de 95%, retornando uma amostra total de 26 indivíduos para o estudo. Ao final da divulgação dos formulários e após retirar as voluntárias que não se encaixaram nos critérios de elegibilidade, o número de voluntárias elegíveis ultrapassou o número do cálculo amostral. A Figura 1 apresenta detalhadamente o processo de seleção das voluntárias. Quanto a severidade da DTM, 7 (sete) voluntárias foram classificadas em grau moderado pelo índice do MFIQ ( $0,39 \pm 0,10$ ) enquanto o restante classificado em grau baixo ( $0,11 \pm 0,08$ ).

Esse estudo contou com mulheres que apresentassem ou não dores orofaciais, tais como, dores na face, na mandíbula ou ao mastigar e que fossem capazes de realizar o PERF, ou seja, que completasse o tempo de execução e atingisse o valor de força estimado pelo protocolo através da CVM. O recrutamento iniciou convidando todas as voluntárias que responderam ao formulário e que se encaixaram nos critérios de elegibilidade, finalizando com oitenta e oito voluntárias em que foram divididas entre Grupo 1 com DTM (N=58) e Grupo 2 de mulheres hípidas (N=30).

**Figura 1 – Fluxograma de seleção da amostra**



A divisão e a caracterização das voluntárias estão representadas na tabela 1. Os dados foram apresentados em média e desvio padrão para dados paramétricos e mediana e intervalo interquartil para dados não-paramétricos.

Tabela 1 - Dados Demográficos

Característica	Grupo 1	Grupo 2	Teste T para amostra não pareada (P)	Teste mann-whitney
N	58	30	-	-
Idade (anos)	25 ± 4	23 ± 2	0,04	-
Peso (KG)	63 ± 14	60 ± 11	0,32	-
Altura (cm)	164 [159 -168]	164 [160 - 167]	-	0,99
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23 ± 4	23 ± 5	0,92	-
CVM (KG/f)	12 ± 2	12 ± 2	0,50	-

Grupo 1 = Voluntárias com DTM Grupo 2 = Mulheres híidas IMC = Índice de Massa Corporal CVM = Contração Voluntária Máxima

## 4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados da SatO<sub>2</sub> muscular apresentaram distribuição não paramétrica, segundo o teste de shapiro-wilk, e foram representados por mediana e intervalo interquartil. Para comparação entre variáveis independentes foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis. Na comparação de variáveis dependentes foi aplicado o teste de Friedman e para distinção das variáveis com dados significativos, foi a aplicado o teste de Wilcoxon como post-hoc. O nível de significância adotado foi de  $p < 0,05$  e todos os dados foram armazenados e analisados utilizando o software IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 26.0.

Após a execução do PERF não houve diferenças significativas nos níveis de SatO<sub>2</sub> do músculo masseter e nem na percepção subjetiva da dor. Considerando a comparação do fator tempo, os níveis de oxigênio dentro dos grupos apresentaram diminuição significativa ( $p < 0,01$ ) durante e após o PERF, tanto para o lado direito, quanto para o lado esquerdo. A tabela 2 sumariza e descreve os dados inferenciais das variáveis com as análises da SatO<sub>2</sub> entre os grupos e a tabela 3 a comparação realizada dentro dos grupos. Para comparação dos níveis de SatO<sub>2</sub> do masseter entre os grupos antes da aplicação do PERF, os dados não apresentaram diferença significativa ( $p = 0,66$  e  $p = 0,34$ ) tanto para o lado direito quanto para o lado esquerdo, respectivamente. Para análise do limiar de dor, a comparação entre pré e após aplicação do PERF houve um aumento significativo para o músculo temporal esquerdo ( $p = 0,04$ ) quando comparado os grupos.

Tabela 2 - Comparação da SatO<sub>2</sub> do músculo masseter entre os grupos (%)

	PRÉ-PERF	P - VALOR CGPP	DURANTE PERF	P - VALOR CGDP	PÓS-PERF	P - VALOR CGPÓSP
<b>DIREITO</b>						
Grupo 1	59 [51-55]	0,66	57 [52-62]	0,97	57 [51-62]	0,83
Grupo 2	61 [49-58]		58 [49-65]		57 [47-62]	
<b>ESQUERDO</b>						
Grupo 1	60 [56-57]	0,34	59 [54-64]	0,71	59 [53-65]	0,83
Grupo 2	63 [57-70]		59 [52-67]		58 [54-66]	

SatO<sub>2</sub> = Saturação de oxigênio muscular; PERF = Protocolo de exercício de resistência à fadiga.

CGPP = Comparação entre os grupos Pré-PERF; CGDP = Comparação entre os grupos Durante PERF; CGPÓSP = Comparação entre os grupos Pós-PERF

Tabela 3 - Comparação da SatO<sub>2</sub> do músculo masseter dentro dos grupos (%)

	PRÉ-PERF	DURANTE PERF	PÓS-PERF	FRIEDMAN ( <i>p</i> -valor)
<b>DIREITO</b>				
Grupo 1	59 [51-65]	57 [52-62]*	57 [51-62]*	<i>p</i> < 0,01
Grupo 2	61 [49-68]	58 [49-65]*	57 [47-62]*	
<b>ESQUERDO</b>				
Grupo 1	60 [56-67]	59 [54-64]*	59 [53-65]*	<i>p</i> < 0,01
Grupo 2	63 [57-70]	59 [52-67]*	58 [54-66]*	

SatO<sub>2</sub> = Saturação de oxigênio muscular; PERF = Protocolo de exercício de resistência à fadiga.

\* diferença significativa em comparação ao tempo PRÉ-PERF (resultado *post-hoc*).

Tabela 4 - Algometria

	Pré-PERF (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Pós-PERF (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Teste de Wilcoxon ( <i>p</i> -valor)
<b>Masseter Direito</b>	1,54	1,55	0,66
<b>Masseter esquerdo</b>	1,53	1,59	0,45
<b>Temporal direito</b>	1,95	2,02	0,70
<b>Temporal esquerdo</b>	1,93	2,02	0,04

PERF = Protocolo de exercício de resistência à fadiga

## 5 DISCUSSÃO

A diminuição acentuada dos níveis de oxigênio durante a contração muscular traz prejuízos ao desempenho da musculatura mastigatória (Armijo et al., 2017; Dickerson et al., 2017). Sabendo disso, a resposta dos níveis de SatO<sub>2</sub> muscular a um protocolo de exercício terapêutico, apresenta abordagens direcionadas a alterações na oferta de oxigênio muscular. Algumas observações como a carga externa, o número de séries, as repetições e o descanso entre as repetições, são necessárias para que se consiga o efeito esperado na musculatura através do exercício terapêutico (Garber et al., 2011). O músculo masseter é responsável pelo movimento funcional da mandíbula e as condições que tragam prejuízos ao seu desempenho trazem limitações em habilidades simples realizadas no dia a dia que envolvam o abrir e fechar a boca (Dinsdale et al., 2020). Mesmo que já seja algo de conhecimento no meio de pesquisadores da área, a respeito do desempenho com qualidade do músculo masseter na qualidade de vida de mulheres com DTM, estudos que abordem os níveis de SatO<sub>2</sub> do músculo masseter durante protocolos de exercícios ainda são escassas em comparação a outros grupos musculares (Miranda-Fuentes et al., 2020, 2021b, 2021c; Perrey & Ferrari, 2018; Scott et al., 2014; Vasquez Bonilla et al., 2023; Guardado et al., 2020).

O resultado desse estudo mostrou que a aplicação do PERF em mulheres com DTM para efeitos imediatos da SatO<sub>2</sub> muscular do masseter quando comparado ao grupo de mulheres híginas não apresentaram diferenças significativas. Comparar esse achado com os apresentados pela literatura torna-se um desafio, uma vez que é desprovido de estudos relacionados com o uso do NIRS no masseter para monitoramento da SatO<sub>2</sub> durante um protocolo de exercício. Existem estudos que analisaram o comportamento dos níveis de SatO<sub>2</sub> do masseter, porém a execução do exercício está em contrações de sustentação máxima (Puel et al., 2023; Sha et al., 2019; Yoshida et al., 2009). É interessante abordarmos essa questão, uma vez que a contração sustentada não está próxima de contrações fisiológicas realizadas pela musculatura responsável pela mastigação devido a essa estrutura está intrinsecamente relacionada aos movimentos dinâmicos da articulação temporomandibular durante atividades funcionais como mastigação, fala e deglutição. Por mais que o PERF utilizado nesse estudo também não represente movimentos funcionais, a intenção está em observar o comportamento durante um exercício de resistência à fadiga e não o comportamento da SatO<sub>2</sub> durante a fadiga.

Estudos a respeito do comportamento da SatO<sub>2</sub> do músculo masseter após contração máxima trazem resultados semelhantes e confirmam uma diminuição nos níveis de SatO<sub>2</sub> do

masseter conforme a demanda do exercício (Puel et al., 2023; Satokawa et al., 2020; Sha et al., 2019; Delcanho et al., 1996). Esse fato torna-se relevante, uma vez que, nosso achado equivale aos achados apresentados na literatura. Essa diminuição durante os movimentos realizados pela mandíbula durante a mastigação também foi possível observar em nosso estudo, quando comparamos o comportamento desses níveis nos tempos durante e após o PERF. Isso mostra que durante e logo após a atividade da musculatura mastigatória, os níveis de SatO<sub>2</sub> do músculo masseter mantem-se baixo. Apesar de nosso estudo não observar que mulheres com DTM já apresentam níveis de extração de oxigênio mais baixos do que mulheres híginas, estudos recentes conseguiram relatar essa alteração (Ferreira, Bellistri, Montagna, Felício, et al., 2017), o desenvolvimento de técnicas e recursos que auxiliem na manutenção desses níveis mostra-se importante para diminuição do agravamento da condição.

Ainda a respeito da diminuição desses níveis, durante a execução do movimento de mordida, o músculo masseter de indivíduos com DTM apresentaram níveis baixos de SatO<sub>2</sub> quando comparados ao grupo controle (Ferreira, Bellistri, Montagna, Felício, et al., 2017). Sabendo disso, em nosso estudo, avaliamos o comportamento dos níveis de SatO<sub>2</sub> entre os grupos durante o tempo de execução do PERF e os dados não apresentaram diferenças significativas. Tanto o grupo de voluntárias com DTM quanto o de mulheres híginas, apresentaram diminuição da SatO<sub>2</sub>, porém não se diferem entre si. Essa divergência nos resultados, desperta o interesse na realização de estudos de caráter longitudinal para analisar o comportamento de SatO<sub>2</sub> durante a execução de movimentos da mandíbula durante alguns meses de aplicação.

O PERF é um protocolo que apresenta a possibilidade de ajuste em seus parâmetros de aplicação. Ajustes realizados nos fatores de tempo de sustentação da mordida, descanso entre as repetições e tempo de repouso, proporcionará outro estímulo à musculatura alvo e com isso uma resposta diferente dos níveis de SatO<sub>2</sub> muscular do masseter entre os grupos. Essa proposta foi apresentada após um dos estudos relacionado ao tema observar que alterações na execução do protocolo gera alterações hemodinâmicas diferentes (Satokawa., 2020; Suzuki et al., 2016).

Em estudos recentes, a utilização da EVA para avaliar a percepção aguda da dor após protocolos de exercícios mostrou uma diminuição significativa nos valores (Häggman et al., 2018; Calixtre et al., 2016; Nascimento., 2013; Sakaguchi et al., 2022), porém nosso estudo mostrou que não houve nenhuma diferença imediata significativa na percepção dolorosa após aplicação do PERF, sustentando o mesmo achado do estudo realizado por Shah et al., (2019). Observando e comparando esses achados entre os estudos, um dos fatores que influenciam

diretamente nesses resultados é o tempo de aplicação do exercício. Os estudos que conseguiram um resultado significativo de diminuição nas dores são estudos que fizeram abordagens longitudinais, nosso estudo se conteve em observar a resposta imediata ao PERF.

Para avaliação do limiar de dor através da algometria por pressão, conseguimos observar alterações após o PERF no músculo temporal direito. Essa diferença na percepção é explicada por Kim et al. (1999) que observaram respostas diferentes na hemodinâmica entre o músculo masseter e o temporal durante contração muscular e, segundo o estudo, as possíveis explicações para tal resposta é devido a diferença na distribuição das fibras musculares, na espessura muscular, o número de fibras participantes durante a contração e a diferença na pressão intramuscular administrada. Há estudos que observaram aumento dos valores da algometria após exercícios para músculos da mastigação (Garrigos et al, 2018; Etoz et al, 2007) enquanto outros estudos mostraram que não houve diferença nos valores da algometria após exercício (Sahin et al, 2021; Barbosa et al., 2018). Nossos achados apresentaram respostas que corroboram com os estudos realizados com algometria em indivíduos com DTM, porém, essa heterogeneidade nos resultados, nos mostra a complexidade da condição e a necessidade de mais conhecimento a respeito da utilização de exercício para aumento do limiar de dor.



## 6 CONCLUSÃO

É importante observar que a maioria dos estudos nessa área é limitada em número e pode ter variações metodológicas. Portanto, a compreensão da relação entre a saturação de oxigênio no músculo masseter e aplicação de exercícios ainda está em evolução. Nesse estudo conseguimos observar como resposta imediata ao exercício de resistência à fadiga que não há diferenças significativas nos níveis de SatO<sub>2</sub> muscular após aplicação do PERF em mulheres com DTM quando comparadas a um grupo de mulheres híginas, mas conseguimos observar que os níveis de SatO<sub>2</sub> muscular do masseter diminuem durante e após o exercício. Esses achados ressaltam a importância da avaliação individualizada ao prescrever exercícios de resistência à fadiga para mulheres com DTM, levando em consideração suas necessidades e limitações. Por último, realizar um estudo de caráter longitudinal pode trazer outras respostas hemodinâmicas e com isso outros resultados referentes a SatO<sub>2</sub> no músculo masseter após o PERF.

## REFERÊNCIA

- Al-Moraissi, E. A., Conti, P. C. R., Alyahya, A., Alkebsi, K., Elsharkawy, A., & Christidis, N. (2022). The hierarchy of different treatments for myogenous temporomandibular disorders: a systematic review and network meta-analysis of randomized clinical trials. In *Oral and Maxillofacial Surgery* (Vol. 26, Issue 4, pp. 519–533). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10006-021-01009-y>
- Armijo-Olivo S, Pitance L, Singh V, Neto F, Thie N, Michelotti A (2016). Effectiveness of manual therapy and therapeutic exercise for temporomandibular disorders: systematic review and meta-analysis. *Phys Ther.*, 16;96(1):9-25.
- Barbosa, M. A., Tahara, A. K., Ferreira, I. C., Intelangelo, L., & Barbosa, A. C. (2019). Effects of 8 weeks of masticatory muscles focused endurance exercises on women with orofacial pain and temporomandibular disorders: A placebo randomised controlled trial. *Journal of Oral Rehabilitation*, 46(10), 885–894. <https://doi.org/10.1111/joor.12823>
- Borges, C.F., Fernandes, R., Pereira, A., & Magalhães, J.(2017). Assessment of neuropathic pain using infrared thermography. *Clinics*, 72(2), 125-131.
- Calixtre LB, Grüniger BLdS, Haik MN, Albuquerque-sendin F, Oliveira AB. Effects of cervical mobilization and exercise on pain, movement and function in subjects with temporomandibular disorders: a single group pre-post test (2016). *J Appl Oral Sci.* 24(3):188-197.
- Campos, J. A. D. B., Carrascosa, A. C., & Maroco, J. (2012). Validity and reliability of the Portuguese version of Mandibular Function Impairment Questionnaire. *Journal of Oral Rehabilitation*, 39(5), 377–383. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2011.02276.x>
- Chaves, T. C., Oliveira, A. S. de, & Grossi, D. B. (2008). Principais instrumentos para avaliação da disfunção temporomandibular, parte I: índices e questionários; uma contribuição para a prática clínica e de pesquisa. *Fisioterapia e Pesquisa*, 15(1), 92–100. <https://doi.org/10.1590/s1809-29502008000100015>
- Delcanho RE, Kim YJ, Clark GT. Haemodynamic changes induced by submaximal isometric contraction in painful and non-painful human masseter using near-infra-red spectroscopy. *Arch Oral Biol.* 1996 Jun;41(6):585-96. doi: 10.1016/0003-9969(96)00009-x. PMID: 8937650.
- Dickerson, S. M., Weaver, J. M., Boyson, A. N., Thacker, J. A., Junak, A. A., Ritzline, P. D., & Donaldson, M. B. (2017). The effectiveness of exercise therapy for temporomandibular dysfunction: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 31(8), 1039–1043. <https://doi.org/10.1177/0269215516672275>
- Dinsdale, A., Liang, Z., Thomas, L., & Treleaven, J. (2020). Are jaw range of motion, muscle function and proprioception impaired in adults with persistent temporomandibular disorders? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Rehabilitation*, 47(11), 1448–1478. <https://doi.org/10.1111/joor.13090>
- Downie, W. W., Leatham, P. A., Rhind, V. M., Wright, V., Branco, J. A., & Anderson, J. A. (1978). Studies with pain rating scales. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 37(4), 378–381. <https://doi.org/10.1136/ard.37.4.378>

Edwards, D. C., Bowes, C. C., Penlington, C., & Durham, J. (2021). Temporomandibular disorders and dietary changes: A cross-sectional survey. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(8), 873–879. <https://doi.org/10.1111/joor.13210>

Etöz OA, Ataoğlu H. Evaluation of pain perception in patients with temporomandibular disorders. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007 Dec;65(12):2475-8. doi: 10.1016/j.joms.2007.06.632. PMID: 18022472.

Farzam, P., Starkweather, Z., & Franceschini, M. A. (2018). Validation of a novel wearable, wireless technology to estimate oxygen levels and lactate threshold power in the exercising muscle. *Physiological Reports*, 6(7), 1–14. <https://doi.org/10.14814/phy2.13664>

Ferreira, C. L. P., Bellistri, G., Montagna, S., de Felício, C. M., & Sforza, C. (2017). Patients with myogenic temporomandibular disorders have reduced oxygen extraction in the masseter muscle. *Clinical Oral Investigations*, 21(5), 1509–1518. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1912-2>

Mioche L, Bourdiol P, Martin JF, Noël Y (1999) Variations in human masseter and temporal muscle activity related to food texture during free and side-imposed mastication. *Arch Oral Biol* 44: 1005–1012

Ferreira, Claudia. L. P., Bellistri, Giuseppe., Montagna, Stefano., Felício, Claudia. Ma. de, & Sforza, Chiarella. (2017). Patients with myogenic DTM have reduced oxygen extraction in the masseter muscle.pdf. *Clinical Oral Investigations*, 21, 1509–1518.

Fertout, A., Manière-Ezvan, A., Lupi, L., & Ehrmann, E. (2022). Management of temporomandibular disorders with transcutaneous electrical nerve stimulation: A systematic review. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*, 40(3), 217–228. <https://doi.org/10.1080/08869634.2019.1687986>

Ferrillo M, Giudice A, Marotta N, Fortunato F, Di Venere D, Ammendolia A, Fiore P, de Sire A. Pain Management and Rehabilitation for Central Sensitization in Temporomandibular Disorders: A Comprehensive Review. *Int J Mol Sci*. 2022 Oct 12;23(20):12164. doi: 10.3390/ijms232012164. PMID: 36293017; PMCID: PMC9602546.

Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults (2011). *Med Sci Sport Exerc*. 43(7):1334-1359.

Garrigós-Pedrón M, La Touche R, Navarro-Desentre P, Gracia-Naya M, Segura-Ortí E. Effects of a Physical Therapy Protocol in Patients with Chronic Migraine and Temporomandibular Disorders: A Randomized, Single-Blinded, Clinical Trial. *J Oral Facial Pain Headache*. 2018 Spring;32(2):137-150. doi: 10.11607/ofph.1912. PMID: 29694464.

Gębska M, Dalewski B, Pałka Ł, Kołodziej Ł. Evaluation of the efficacy of manual soft tissue therapy and therapeutic exercises in patients with pain and limited mobility TMJ: a randomized control trial (RCT). *Head Face Med*. 2023 Sep 8;19(1):42. doi: 10.1186/s13005-023-00385-y. PMID: 37684652; PMCID: PMC10486124.

Tomonari H, Seong C, Kwon S, Miyawaki S. Electromyographic activity of superficial masseter and anterior temporal muscles during unilateral mastication of artificial test foods

with different textures in healthy subjects. *Clin Oral Investig.* 2019 Sep;23(9):3445-3455. doi: 10.1007/s00784-018-2754-x. Epub 2019 Jan 3. PMID: 30607620.

Guardado IM, Guerra AM, Pino BS, Camacho GO, Andrada RT. Acute responses of muscle oxygen saturation during different cluster training configurations in resistance-trained individuals. *Biol Sport.* 2021 Sep;38(3):367-376. doi: 10.5114/biol sport.2021.99701. Epub 2021 Oct 24. PMID: 34475620; PMCID: PMC8329981.

Häggman-Henrikson B, Wiesinger B, Wänman A. The effect of supervised exercise on localized TMD pain and TMD pain associated with generalized pain (2018). *Acta Odontol Scand.* 76(1):6-12.

Hamaoka T, McCully KK, Quaresima V, Yamamoto K, Chance B. Near-infrared spectroscopy/imaging for monitoring muscle oxygenation and oxidative metabolism in healthy and diseased humans. *J Biomed Opt.* 2007;12(6):1-16.

Herrera-Valencia, A., Ruiz-Muñoz, M., Martín-Martín, J., Cuesta-Vargas, A., & González-Sánchez, M. (2020). Efficacy of manual therapy in temporomandibular joint disorders and its medium-and long-term effects on pain and maximum mouth opening: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 9(11), 1–14.  
<https://doi.org/10.3390/jcm9113404>

Incorvati, C., Romeo, A., Fabrizi, A., Defila, L., Vanti, C., Gatto, M. R. A., Marchetti, C., & Pillastrini, P. (2020). Effectiveness of physical therapy in addition to occlusal splint in myogenic temporomandibular disorders: Protocol of a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 10(8). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038438>

Inglis EC, Iannetta D, Murias JM. Evaluating the NIRS-derived microvascular O<sub>2</sub> extraction “reserve” in groups varying in sex and training status using leg blood flow occlusions. *PLoS One.* 2019;14(7):1-33.

Jerez-Mayorga, D., dos Anjos, C. F., de Cássia Macedo, M., Fernandes, I. G., Aedo-Muñoz, E., Intelangelo, L., & Barbosa, A. C. (2020). Instrumental validity and intra/inter-rater reliability of a novel low-cost digital pressure algometer. *PeerJ*, 8, 1–15.  
<https://doi.org/10.7717/peerj.10162>

Kalladka M, Young A, Khan J. Myofascial pain in temporomandibular disorders: Updates on etiopathogenesis and management. *J Bodyw Mov Ther.* 2021 Oct;28:104-113. doi: 10.1016/j.jbmt.2021.07.015. Epub 2021 Aug 8. PMID: 34776126.

Kim YJ, Kuboki T, Tsukiyama Y, Koyano K, Clark GT. Haemodynamic changes in human masseter and temporalis muscles induced by different levels of isometric contraction (1999). *Arch Oral Biol.* Aug;44(8):641-50. doi: 10.1016/s0003-9969(99)00059-x. PMID: 10459775.

List, T., & Jensen, R. H. (2017). Temporomandibular disorders: Old ideas and new concepts. *Cephalalgia*, 37(7), 692–704. <https://doi.org/10.1177/0333102416686302>

Massaroto Barros, B., Biasotto-Gonzalez, D. A., Bussadori, S. K., Gomes, C. A. F. de P., & Politti, F. (2020). Is there a difference in the electromyographic activity of the masticatory muscles between individuals with temporomandibular disorder and healthy controls? A

systematic review with meta-analysis. *Journal of Oral Rehabilitation*, 47(5), 672–682.  
<https://doi.org/10.1111/joor.12941>

Miranda-Fuentes, C., Chiroso-Ríos, L. J., Guisado-Requena, I. M., Delgado-Floody, P., & Jerez-Mayorga, D. (2021a). Changes in muscle oxygen saturation measured using wireless near-infrared spectroscopy in resistance training: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph18084293>

Miranda-Fuentes, C., Chiroso-Ríos, L. J., Guisado-Requena, I. M., Delgado-Floody, P., & Jerez-Mayorga, D. (2021b). Changes in muscle oxygen saturation measured using wireless near-infrared spectroscopy in resistance training: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 8). MDPI.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph18084293>

Miranda-Fuentes, C., Chiroso-Ríos, L. J., Guisado-Requena, I. M., Delgado-Floody, P., & Jerez-Mayorga, D. (2021c). Changes in muscle oxygen saturation measured using wireless near-infrared spectroscopy in resistance training: A systematic review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 8). MDPI.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph18084293>

Miranda-Fuentes, C., Guisado-Requena, I. M., Delgado-Floody, P., Arias-Poblete, L., Pérez-Castilla, A., Jerez-Mayorga, D., & Chiroso-Ríos, L. J. (2020). Reliability of low-cost near-infrared spectroscopy in the determination of muscular oxygen saturation and hemoglobin concentration during rest, isometric and dynamic strength activity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 1–14.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph17238824>

Nascimento MM, Vasconcelos BC, Porto GG, Ferdinanda G, Nogueira CM, Raimundo RD. Physical therapy and anesthetic blockage for treating temporomandibular disorders: a clinical trial. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2013 Jan 1;18(1):e81-5. doi: 10.4317/medoral.17491. PMID: 23229236; PMCID: PMC3548651.

Paço, M., Peleteiro, B., Duarte, J., & Pinho, T. (2016). The Effectiveness of Physiotherapy in the Management of Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 30(3), 210–220.  
<https://doi.org/10.11607/ofph.1661>

Perrey, S., & Ferrari, M. (2018). Muscle Oximetry in Sports Science: A Systematic Review. In *Sports Medicine* (Vol. 48, Issue 3, pp. 597–616). Springer International Publishing.  
<https://doi.org/10.1007/s40279-017-0820-1>

Pigozzi, L. B., Pereira, D. D., Pattussi, M. P., Moret-Tatay, C., Irigaray, T. Q., Weber, J. B. B., Grossi, P. K., & Grossi, M. L. (2021). Quality of life in young and middle age adult temporomandibular disorders patients and asymptomatic subjects: a systematic review and meta-analysis. *Health and Quality of Life Outcomes*, 19(1), 1–22.  
<https://doi.org/10.1186/s12955-021-01727-7>

Progiante, P., Pattussi, M., Lawrence, H., Goya, S., Grossi, P., & Grossi, M. (2015). Prevalence of Temporomandibular Disorders in an Adult Brazilian Community Population Using the Research Diagnostic Criteria (Axes I and II) for Temporomandibular Disorders

(The Maringá Study). *The International Journal of Prosthodontics*, 28(6), 600–609.  
<https://doi.org/10.11607/ijp.4026>

Puel, A. N., da Silva Paes, A. G., Macedo, C., Miranda, L. S., Graciosa, M., & Sonza, A. (2023). Peripheral muscle oxygenation and symptoms of stress in adolescents with and without temporomandibular disorder. *Clinical Oral Investigations*, 27(4), 1509–1517.  
<https://doi.org/10.1007/s00784-022-04770-w>

Reis, P. H. F., Laxe, L. A. C., Lacerda-Santos, R., & Münchow, E. A. (2022). Distribution of anxiety and depression among different subtypes of temporomandibular disorder: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Rehabilitation*, 49(7), 754–767.  
<https://doi.org/10.1111/joor.13331>

Roithmann, C. C., Silva, C. A. G. da, Pattussi, M. P., & Grossi, M. L. (2021). Subjective sleep quality and temporomandibular disorders: Systematic literature review and meta-analysis. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(12), 1380–1394. <https://doi.org/10.1111/joor.13265>

Roldán, S., Buschang, P. H., Isaza Saldarriaga, J. F., & Throckmorton, G. (2009). Reliability of maximum bite force measurements in age-varying populations. *Journal of Oral Rehabilitation*, 36(11), 801–807. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2009.01997.x>

Şahin D, Kaya Mutlu E, Şakar O, Ateş G, İnan Ş, Taşkıran H. The effect of the ischaemic compression technique on pain and functionality in temporomandibular disorders: A randomised clinical trial. *J Oral Rehabil*. 2021 May;48(5):531-541. doi: 10.1111/joor.13145. Epub 2021 Jan 21. PMID: 33411952.

Sakaguchi K, Taguchi N, Kobayashi R, Taguchi K, Okada K, Kinoshita F, Hibi H. Immediate curative effects of exercise therapy in patients with myalgia of the masticatory muscles. *J Oral Rehabil*. 2022 Oct;49(10):937-943. doi: 10.1111/joor.13355. Epub 2022 Jul 16. PMID: 35801370.

Schiffman, E., Ohrbach, R., Truelove, E., Look, J., Anderson, G., Goulet, J.-P., List, T., Svensson, P., Gonzalez, Y., Lobbezoo, F., Michelotti, A., Brooks, S. L., Ceusters, W., Drangsholt, M., Ettlin, D., Gaul, C., Goldberg, L. J., Haythornthwaite, J. A., Hollender, L., ... Dworkin, S. F. (2014). Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: Recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network\* and Orofacial Pain Special Interest Group†. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 28(1), 6–27. <https://doi.org/10.11607/jop.1151>

Schiffman, E., Ohrbach, R., Truelove, E., Look, J., Anderson, G., Goulet, J.-P., Svensson, P., & Gonzalez, Y. (2014). Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: Recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network \* and Orofacial Pain Special Interest Group † HHS Public Access. In *J Oral Facial Pain Headache* (Vol. 28, Issue 1).

Scott, B. R., Slattery, K. M., Sculley, D. V., Lockie, R. G., & Dascombe, B. J. (2014). Reliability of telemetric electromyography and near-infrared spectroscopy during high-intensity resistance exercise. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(5), 722–730.  
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.07.008>



Shah N, Melo L, Reid WD, Cioffi I. Masseter Deoxygenation in Adults at Risk for Temporomandibular Disorders. *J Dent Res*. 2019 Jun;98(6):666-672. doi: 10.1177/0022034519837249. Epub 2019 Apr 4. PMID: 30946624.

Shimada A, Ishigaki S, Matsuka Y, Komiyama O, Torisu T, Oono Y, Sato H, Naganawa T, Mine A, Yamazaki Y, Okura K, Sakuma Y, Sasaki K (2019). Effects of exercise therapy on painful temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil*. 46(5), 475-481. doi: 10.1111/joor.12770.

Sousa, B. M. De, Nansi, L., & Antonio, L. (2020). medicina Di fferent Treatments in Patients with Temporomandibular Joint Disorders : A Comparative Randomized Study. *Medicina*, 56, 113.

Tonin, R. H., Iwaki Filho, L., Grossmann, E., Lazarin, R. O., Pinto, G. N. de S., Previdelli, I. T. S., & Iwaki, L. C. V. (2020). Correlation between age, gender, and the number of diagnoses of temporomandibular disorders through magnetic resonance imaging: A retrospective observational study. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*, 38(1), 34–42. <https://doi.org/10.1080/08869634.2018.1476078>

Valesan, L. F., Da-Cas, C. D., Réus, J. C., Denardin, A. C. S., Garanhani, R. R., Bonotto, D., Januzzi, E., & de Souza, B. D. M. (2021). Prevalence of temporomandibular joint disorders: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 25(2), 441–453. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03710-w>

Vasquez Bonilla, A. A., González-Custodio, A., Timón, R., Camacho-Cardenosa, A., Camacho-Cardenosa, M., & Olcina, G. (2023). Training zones through muscle oxygen saturation during a graded exercise test in cyclists and triathletes. *Biology of Sport*, 40(2), 439–448. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2023.114288>

Vedolin GM, Lobato VV, Conti PC, Lauris JR. The impact of stress and anxiety on the pressure pain threshold of myofascial pain patients. *J Oral Rehabil*. 2009 May;36(5):313-21. doi: 10.1111/j.1365-2842.2008.01932.x. Epub 2009 Feb 6. PMID: 19210679.

Wagner PD. Diffusive resistance to O2 transport in muscle. *Acta Physiol Scand* 2000;168:609-14.

Wieckiewicz, M., Jenca, A., Seweryn, P., Orzeszek, S., Petrasova, A., Grychowska, N., Winocur-Arias, O., Emodi-Perlman, A., & Kujawa, K. (2022). Determination of pain intensity, pain-related disability, anxiety, depression, and perceived stress in Polish adults with temporomandibular disorders: A prospective cohort study. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 16. <https://doi.org/10.3389/fnint.2022.1026781>

Yoshida T, Ishikawa H, Yoshida N, Hisanaga Y. Analysis of masseter muscle oxygenation and mandibular movement during experimental gum chewing with different hardness (2009). *Acta Odontol Scand.*; 67(2):113-21. doi: 10.1080/00016350802715806. PMID: 19153844.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntária da pesquisa: Comparação dos níveis de oxigênio muscular durante a execução de exercícios para resistência à fadiga em mulheres hígdas e portadoras de distúrbios temporomandibulares. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa está no fato de portadoras de distúrbios temporomandibulares apresentarem baixos níveis de oxigenação nos músculos responsáveis pela mastigação. Nesta pesquisa pretendemos observar as variações dos níveis de oxigênio do músculo masseter, que é um dos responsáveis pela mastigação, após um protocolo de exercício de resistência.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades: primeiro você passará por uma avaliação em que responderá algumas perguntas que ajudarão a identificar pontos importantes para identificar as voluntárias da pesquisa e, após isso, iremos avaliar a sensibilidade à dor em músculos relacionados à mastigação através de uma ferramenta conhecida como algômetro. Em seguida você ficará sentada em uma cadeira de frente a um aparelho chamado célula de carga que será por onde estaremos avaliando, junto ao exercício proposto pelo estudo, a força da sua mordida. Iremos posicionar um aparelho sobre sua bochecha chamado Humon que irá captar os níveis de oxigênio do músculo enquanto o exercício é realizado e, logo após esses procedimentos, faremos uma reavaliação com os mesmos instrumentos realizados na avaliação inicial, juntamente com o algômetro. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são: cortes na pele durante o procedimento de limpeza com álcool para avaliação da saturação muscular, pequenas lesões na pele devido a faixa que segura o aparelho que mede a saturação muscular, dores ou mal-estar após o protocolo de exercícios, contaminação por agentes indesejados. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, no caso do corte, citado anteriormente, todos os avaliadores passarão por treinamentos e as coletas só darão início após todos os membros estarem aptos para isso. Para a faixa que segura o aparelho sobre o rosto será regulado individualmente, conferindo se não está muito apertado. Para evitar qualquer desconforto após a realização do exercício, o protocolo escolhido será realizado com menos repetições e com intervalos de tempo para descansar, sendo possível, também, a interrupção do exercício caso relate algum desconforto. Todos os aparelhos serão esterilizados antes de cada coleta e para célula de carga, além da esterilização, será colocado uma proteção de plástico esterilizada no local onde será realizada a mordida. A pesquisa pode ajudar a esclarecer se através do exercício físico é possível observar mudanças nos níveis de saturação da musculatura.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendida. O pesquisador não vai divulgar seu nome e os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificada em nenhuma publicação.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Governador Valadares, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

\_\_\_\_\_  
Assinatura da Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

**Nome do Pesquisador Responsável: Saulo José Elias e Silva**  
Universidade Federal de Juiz de Fora – Governador Valadares  
Instituto de Ciências da Vida/ Departamento de Fisioterapia  
CEP: 35020-360  
Fone: (32)998320891  
E-mail: saulojesilva@hotmail.com

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável: _____ Rubrica do pesquisador: _____
---



## APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO

Nome: \_\_\_\_\_ Data de nasc.: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_  
 Altura: \_\_\_\_\_  
 Data da coleta: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ CVM: \_\_\_\_\_ Lado dominante da mastigação: ( ) Esquerdo ( ) Direito ( ) N/S  
 Lado que sente dor: ( ) Esquerdo ( ) Direito ( ) Não sinto dores Lado que escreve: ( ) Esquerdo ( ) Direito

ALGOMETRIA							
ANTES	1	2	3	ANTES	1	2	3
Masseter Dir.				Temporal Dir.			
Masseter Esq.				Temporal esq.			
DEPOIS	1	2	3	DEPOIS	1	2	3
Masseter Dir.				Temporal Dir.			
Masseter Esq.				Temporal Esq.			

Domínio Capacidade funcional					
Questões	Respostas possíveis				
	Nenhuma dificuldade	Pouca dificuldade	Dificuldade moderada	Muita dificuldade	Muitíssima dificuldade ou impossível sem ajuda
<b>Com relação às queixas relativas à sua mandíbula, quanta dificuldade você tem para realizar as seguintes atividades:</b>					
1. Dar uma grande mordida	0	1	2	3	4
2. Mastigar alimentos duros	0	1	2	3	4
3. Mastigar alimentos macios (moles)	0	1	2	3	4
4. Rir	0	1	2	3	4
5. Mastigar alimentos resistentes	0	1	2	3	4
6. Bocejar	0	1	2	3	4
7. Beijar	0	1	2	3	4

Regras (R = resposta/s)	Faixas de variação do índice C	Grau de acometimento Funcional
Todas as R com pontuação < 2	C < 0,3	0
Pelo menos uma R > 2	C < 0,3	1
Todas as R com pontuação < 3	0,3 < C < 0,6	2
Pelo menos uma R > 3	0,3 < C < 0,6	3
Todas as R ≠ 4	C > 0,6	4
Todas as R = 4	C > 0,6	5

### Classificação:

I baixo	0 ou 1
II moderado	2 ou 3
III severo	4 ou 5

Domínio Alimentação					
Comer alimentos inclui morder, mastigar e engolir. Quanta dificuldade você tem para comer os seguintes alimentos:	Respostas possíveis				
	Nenhuma dificuldade	Pouca dificuldade	Dificuldade moderada	Muita dificuldade	Muitíssima dificuldade ou impossível sem ajuda
1. Bolacha dura	0	1	2	3	4
2. Carne	0	1	2	3	4
3. Cenoura crua	0	1	2	3	4
4. Pão francês	0	1	2	3	4
5. Amendoins/amêndoas	0	1	2	3	4
6. Maçã	0	1	2	3	4

$$S = \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} + \underline{\quad} = \underline{\quad}$$

$$\text{Cálculo do índice} = C = S/N.4$$

$$C = \underline{\quad} / \underline{\quad} \times 4 = \underline{\quad}$$

S = Soma das pontuações obtidas N = Número de itens respondidos

Humon	Início	IE	FE	Fim
Direito				
Esquerdo				