



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

**André Luiz Pinto da Silva**

**Desempenho muscular em indivíduos com e sem lesão do manguito rotador  
em tarefas de alcance e preensão**

Juiz de Fora  
2023

André Luiz Pinto da Silva

**Desempenho muscular em indivíduos com e sem lesão do manguito rotador  
em tarefas de alcance e preensão**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado 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 Fisioterapia. Área de concentração: Desempenho e Reabilitação em Diferentes Condições de Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Cavalcanti Garcia – UFJF

Orientadora: Profa. Dra. Anaelli Aparecida Nogueira Campos – UFJF

Orientadora: Profa. Dra. Silvana Terezinha Faceroli – IFSudeste-MG

Juiz de Fora  
2023

## Resumo

**Introdução:** A articulação glenoumeral desempenha papel fundamental na execução das tarefas do membro superior, inclusive na manipulação de objetos pela mão humana. Os músculos do manguito rotador são elementos de estabilização ativos importantes na execução de movimentos do ombro. Alterações na integridade dos músculos e tendões do manguito rotador comprometem os movimentos do ombro com repercussão na função da mão. **Objetivos:** Avaliar o padrão de recrutamento muscular no membro superior e a força de preensão manual de indivíduos com lesão do manguito e sem lesão do manguito rotador do ombro durante a realização de tarefas de alcance e preensão. **Metodologia:** Dezoito participantes (idade:  $59,39 \pm 8,19$  anos) foram alocados em três grupos (grupo controle, GC; grupo sem dor e com lesão do manguito rotador, SDCL; e grupo com dor e com lesão do manguito rotador, CDCL). Todos realizaram tarefas e movimentos específicos com ambos os membros, mas de forma randomizada, bem como executaram tarefas de preensão palmar em uma posição padronizada. Registros eletromiográficos de superfície foram obtidos nos músculos trapézio superior, deltoide e bíceps braquial nos lados direito e esquerdo durante a execução das tarefas. Foram obtidos dados de dinamometria referente a força de preensão palmar do membro. **Resultados:** Não encontramos diferenças significativas na análise da ativação dos músculos trapézio superior, deltoide anterior e bíceps braquial durante a execução das tarefas realizadas, a saber - 2, 7 e 17 do teste motor de Wolf. Não houve diferença estatística na medida de dinamometria durante a tarefa de preensão manual máxima entre os grupos GC, SDCL e CDC. Os dados não se diferiram entre os lados direito e esquerdo. **Conclusão:** O estudo da população aqui investigada não revelou uma influência sobre o padrão de recrutamento muscular e tampouco sobre a força de preensão manual de acordo com a presença da lesão do manguito rotador e de quadro doloroso. Estudos futuros poderão contribuir para uma descrição mais detalhada sobre os padrões de ativação muscular do ombro em posturas específicas em uma população maior.

**Palavras-chave:** Articulação do ombro, lesões do manguito rotador, eletromiografia, atividade motora, dinamometria.

## ABSTRACT

**Introduction:** The glenohumeral joint plays a fundamental role in the execution of upper limb tasks, including the manipulation of objects by the human hand. The rotator cuff muscles are important active stabilizing elements in the execution of shoulder movements. Changes in the integrity of the muscles and tendons of the rotator cuff compromise shoulder movements with repercussions on hand function.

**Objectives:** To evaluate the muscle recruitment pattern in the upper limb and the handgrip strength of individuals with and without shoulder rotator cuff injuries while performing reach and grip tasks. **Methodology:** Eighteen participants (age:  $59.39 \pm 8.19$  years) were divided into three groups (control group, CG; group with no pain and rotator cuff injury, SDCL; and group with pain and rotator cuff injury, CDCL). All performed specific tasks and movements with both limbs, but in a randomized manner, as well as performing handgrip tasks in a standardized position. Surface electromyographic recordings were obtained in the upper trapezius, deltoid and biceps brachii muscles on the right and left sides during the execution of the tasks. Dynamometry data were obtained regarding the handgrip strength of the limb.

**Results:** We did not find significant differences in the analysis of the activation of the upper trapezius, anterior deltoid and biceps brachii muscles during the execution of the tasks performed, namely - 2, 7 and 17 of the Wolf motor test. There was no statistical difference in the dynamometry measurement during the maximum handgrip task between the CG, SDCL and CDC groups. The data did not differ between the right and left sides. **Conclusion:** The study of the population investigated here did not reveal an influence on the pattern of muscle recruitment nor on handgrip strength according to the presence of rotator cuff injury and pain. Future studies may contribute to a more detailed description of shoulder muscle activation patterns in specific postures in a larger population.

**Keywords:** Shoulder joint, rotator cuff injuries, electromyography, motor activity, dynamometry.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS:</b>	<b>9</b>
2.1. OBJETIVOS PRIMÁRIOS:	9
2.2. OBJETIVO SECUNDÁRIO:	9
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>10</b>
<b>3.1. PARTICIPANTES</b>	<b>10</b>
3.1.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:	10
3.1.2. CRITÉRIOS DE NÃO INCLUSÃO:	10
3.1.3. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO:	11
<b>3.2. DESENHO EXPERIMENTAL</b>	<b>12</b>
<b>3.3. COLETA DE DADOS</b>	<b>12</b>
3.3.1. ELETROMIOGRAFIA DE SUPERFÍCIE:	13
3.3.2. DINAMOMETRIA DA FORÇA DE PREENSÃO MANUAL:	14
<b>3.4. EXECUÇÃO DAS TAREFAS DE PREENSÃO:</b>	<b>15</b>
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>22</b>
<b>4.1. DESEMPENHO DE CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA NO TESTE DE PREENSÃO MANUAL</b>	<b>25</b>
<b>4.2. DESEMPENHO DOS MÚSCULOS NAS TAREFAS</b>	<b>26</b>
4.2.1. TAREFA 2 - ABDUÇÃO DO BRAÇO	26
4.2.2. TAREFA 7 - COLOCAÇÃO DO PESO SOBRE A CAIXA	29
4.2.3. TAREFA 17 – COLOCAÇÃO DA BOLSA SOBRE A MESA	32
<b>5. DISCUSSÃO</b>	<b>36</b>
<b>6. LIMITAÇÕES</b>	<b>40</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO A – REGISTRO DA CINEMÁTICA DO MEMBRO DURANTE TAREFAS..</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO B – ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPLEMENTAR.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PREFERENCIA MANUAL.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXO D – QUESTIONÁRIO DASH ADAPTADO AO BRASIL.....</b>	<b>52</b>
<b>TERMO DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO .....</b>	<b>58</b>
<b>FICHA CATALOGRÁFICA DA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA DA UFJF .....</b>	<b>60</b>

## Agradecimentos

“Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo. Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta.”  
Chico Xavier

Hoje, estou com o coração cheio de gratidão e alegria ao concluir esta etapa extraordinária da minha jornada acadêmica. É com grande emoção que expresso meu sincero agradecimento a todos aqueles que me acompanharam ao longo desses anos de estudo e dedicação no meu mestrado.

Acima de tudo agradeço a Deus que nos permitiu chegar até aqui com saúde. Agradeço meus pais, especialmente minha mãe Terezinha (*in memoriam*) que sempre me incentivou nos estudos.

Agradeço minha amada esposa Renata que me estimulou a cursar o mestrado, sabemos que sem seu inestimável apoio esta jornada seria impossível. Agradeço meus filhos, Lucas e Isabela que são fontes de estímulo para que eu possa ser cada dia uma pessoa melhor. Agradeço por acreditarem em mim e pelo apoio inabalável que sempre ofereceram.

Agradeço aos meus orientadores: Dr. Marco Garcia, Dra. Anaelli Campos, Dra. Silvana Faceroli que não apenas compartilharam seu conhecimento e sabedoria de maneira generosa, mas também me guiaram com paciência e confiança. Suas orientações foram fundamentais para o meu crescimento. Agradeço aos meus amigos de turma, professores e funcionários da faculdade de fisioterapia que tanto me acolheram.

Agradeço também a toda equipe da clínica O Centro do Ombro, Gleicianny, Júlio, Crislaine, Aline, Cristina pelo apoio e compreensão.

Desejo que possamos continuar a crescer, aprender e impactar positivamente o mundo ao nosso redor. Obrigado por fazerem parte da minha jornada de mestrado.

## 2. INTRODUÇÃO

A grande mobilidade e estabilidade da articulação glenoumeral depende muito da ação passiva de estruturas tais como ligamentos e cápsula articular, bem como daquelas que atuam ativamente, ou seja, os músculos (KAPANDJI, 2000). Alterações no funcionamento destas estruturas tendem a ser bastante frequentes (TASHJIAN, 2012). O manguito rotador – a forma como um grupo de quatro importantes músculos para o controle do ombro é denominado – potencializa as rotações da articulação glenoumeral, oferece estabilização dinâmica articular e proporciona um compartimento fechado importante para a nutrição das superfícies articulares da cabeça do úmero e da cavidade glenoidal (KAPANDJI, 2000).

Lesões dos tendões do manguito rotador são fonte comum de dor e incapacidade do ombro, especialmente em indivíduos acima de 60 anos (TEUNIS, 2014; CODDING, 2018). Na população acometida com lesão do manguito rotador, o tendão mais comumente lesionado deste conjunto de músculos é o do músculo supraespinhal (84% das lesões do manguito rotador), cuja extensão não costuma superar 5 cm (58% das lesões do manguito são menores que 5 cm). Eljabu *et al.* (2015) observaram que lesões assintomáticas do manguito rotador podem aumentar de tamanho e, portanto, foram associadas com a diminuição na qualidade da função muscular, com prejuízos no longo prazo, os quais podem se estender por anos. Por sua vez, Teunis (2014) reportou que a prevalência de anormalidades do manguito rotador aumentou de 9,7% em pacientes de faixa etária em torno de 20 anos até 62% nos pacientes com idade média de 80 anos. Bishop *et al.* (2015) sugerem que, entre muitas outras variáveis, o tabagismo está associado ao aumento da prevalência e do tamanho das lesões do manguito rotador. Segundo estes pesquisadores, a associação entre tabagismo e lesões do manguito rotador pode ser ainda tempo e dose dependentes. Similarmente, Raynor e Kuhn (2016) observaram que fatores relacionados à história clínica do indivíduo são importantes preditivos de diagnósticos anatômicos entre pacientes com dor no ombro não traumática. Os prognosticadores do diagnóstico de uma lesão do manguito rotador parecem contemplar hipercolesterolemia, história familiar de doença do manguito rotador, movimentos repetitivos de elevação do braço, trabalhos com a mão acima do ombro, trabalho de vibração manual ou idade acima de 50 anos (LEONG *et al.*, 2019).

Jancuska *et al.* (2018) num resumo de revisões sistemáticas sobre rupturas do manguito rotador enumera as estratégias de tratamento das lesões do manguito rotador destacando a fisioterapia manual, exercícios de fortalecimento escapular, injeções subacromiais de corticoide ou ácido hialurônico, diatermia, laser de baixa intensidade, terapia por ondas de choque extracorpórea e o reparo cirúrgico da lesão do manguito rotador. Entretanto, não há um consenso quanto ao método ideal de tratamento (KARJALAINEN *et al.*, 2019). Por outro lado, Oh *et al.* (2007) concluíram que o tratamento cirúrgico precoce pode ser necessário para lesões agudas traumáticas na presença de fraqueza e deficiência funcional substancial assim como reportado por Tashjian (2012). O prognóstico e a terapia de uma ruptura de espessura total do manguito dependem da localização, tamanho e gênese da lesão. Porém, curiosamente, alguns pacientes com lesões do manguito rotador não relatam desconforto devido à lesão.

A eletromiografia de superfície (sEMG) tem sido uma ferramenta valiosa na análise da atividade muscular durante o movimento articular do ombro (INMAN e SAUNDERS, 1996). Os músculos do manguito rotador, especialmente o supraespinhal e o infraespinhal, são de grande interesse devido aos seus principais papéis multifuncionais na estabilidade e movimento do ombro. Eles estão expostos ao estresse potencial durante o trabalho ocupacional e manual e em uma variedade de atividades esportivas (ESCAMILLA *et al.*, 2009). Oliveira *et al.* (2017) empregaram a sEMG e mostraram que a atividade muscular do ombro está alterada em pacientes com rupturas dos tendões dos músculos do manguito rotador. Isso sugere um comprometimento no sinergismo da rede muscular circundante do ombro, principalmente nos casos de alteração da função do manguito rotador. Entretanto, a razão da origem desses déficits neuromusculares ainda parece ser uma grande lacuna (VERMILLION *et al.*, 2015)

Além do estudo do perfil eletromiográfico revelado pela sEMG, uma forma eficiente de se obter um índice objetivo da integridade funcional da extremidade superior é a partir da avaliação da força de preensão, a qual pode ser quantificada medindo a performance manual em tarefas de preensão (HORSLEY *et al.* 2016). Neste sentido, a medição da força de preensão é comumente usada em programas de reabilitação para se comparar com valores normativos e/ou para se comparar a força entre membros dominante e não-dominante (OPPEWAL *et al.*, 2013).

Alizadehkhayat *et al.* (2011) sugere que uma tarefa de aperto de mão padronizada em uma posição neutra ative os músculos supraespinal e infraespinal. Segundo estes autores, embora a força de preensão da mão esteja correlacionada com a força da extremidade superior do braço, há evidências de que o controle do segmento por parte da articulação proximal – o ombro – contribui sobremaneira no desempenho motor da função manual. Esta relação tem sido proposta como resultado da exigência de uma cintura escapular proximal estável para permitir um “recrutamento ótimo” dos músculos distais e da força transmitida ao longo das vias miofasciais. Neste sentido, Manadlidis e O’Brien (2010) encontraram uma relação positiva e significativa entre a força isométrica de preensão manual, pico de torque isocinético e medidas de trabalho dos músculos estabilizadores do ombro. Assim, a medida da força de preensão pode fornecer um índice objetivo da integridade funcional da parte superior do braço.

A atividade muscular da mão, especialmente a preensão palmar, é um aspecto cinesiológico essencial de muitas atividades relacionadas ao trabalho e ao esporte, as quais podem contribuir para os distúrbios dos membros superiores (KIM *et al.*, 2018). Portanto, a estabilização da articulação glenoumeral pelos músculos do manguito rotador (músculo supraespinal e infraespinal) é um pré-requisito essencial da atividade de preensão palmar. Esta inter-relação tem implicações biomecânicas e clínicas (HORSLEY *et al.*, 2016) significativas para as atividades de vida diária. Desse modo, formulou-se a hipótese na qual uma lesão do manguito rotador teria como efeitos a redução da força de preensão manual e uma redução da ativação de músculos específicos no membro superior.

### 3.

**OBJETIVOS:**

A pesquisa apresentou objetivos primários e secundários que foram cumpridos.

**3.1. OBJETIVOS PRIMÁRIOS:**

Avaliar a ativação de músculos específicos do membro superior e a força de preensão manual e de indivíduos com e sem lesão do manguito rotador durante a realização de tarefas de alcance e preensão.

**3.2. OBJETIVO SECUNDÁRIO:**

Avaliar se a lateralidade e a dor influenciam na força de preensão e na ativação muscular do membro superior na população pesquisada.

**4.**

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo observacional e transversal seguindo as recomendações STROBE (STrengthening the Reporting of OBservational studies in Epidemiology, <https://www.strobe-statement.org/>).

### **4.1. PARTICIPANTES**

A amostra deste estudo foi de conveniência e formada por dezoito (18) participantes cadastrados na Clínica “O Centro do Ombro”, em Juiz de Fora, Minas Gerais. Todos eram adultos de ambos os sexos e que não dependiam de representante legal. Eles possuíam idade de 50 a 75 anos. Este limite de idade foi definido em função do fato da prevalência de lesões do manguito na população aumentar a partir da década compreendida entre 50-60 anos de idade (TEUNIS *et al.*, 2014). O recrutamento ocorreu por meio das redes sociais da clínica. O projeto foi submetido à avaliação do comitê de ética em pesquisa em seres humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora, sendo este registrado na Plataforma Brasil sob o número CAAE: 42242221.8.0000.5147. Cada participante foi identificado durante o trabalho com um número criado numa tabela de números aleatórios no software Excel.

#### **4.1.1. Critérios de inclusão:**

Indivíduos adultos, de ambos os sexos e com idade a partir de 50 anos, com e sem quadro clínico aparente de lesão do manguito rotador.

#### **4.1.2. Critérios de não inclusão:**

Indivíduos que eventualmente foram submetidos a cirurgia ortopédica prévia no ombro, cotovelo ou mão avaliado, fratura ou deformidade traumática adquirida no ombro, cotovelo ou mão ou que apresentassem artrose severa ou doença reumática

ativa no ombro, cotovelo ou mão, tendinites ou epicondilites no cotovelo ou mão com dor e aparente comprometimento de movimentos no momento da avaliação, relato de doença neurológica ativa com comprometimento da função muscular, doença da coluna cervical ativa com comprometimento neurológico ou miopatia associada relatada, distúrbio do equilíbrio aparente observável, incapacidade de compreender as tarefas a ser executadas não foram incluídos no estudo

#### **4.1.3. Critérios de exclusão:**

Indivíduos com incapacidade em compreender a maneira de execução das tarefas de alcance e preensão ou incapazes de executar tarefas de alcance e preensão devido dor ou limitação de movimentos do membro superior.

Os participantes selecionados foram alocados em três grupos. Um grupo controle (GC) formado por voluntários sem condições de saúde relacionadas a distúrbios neuromusculoesqueléticos que pudessem afetar a função do membro superior; um segundo grupo (CDCL) formado por participantes com dor no ombro associada à lesão do manguito rotador; e um terceiro grupo (SDCL) formado por participantes com lesão do manguito rotador sem queixa de dor importante no ombro. Os indivíduos sem condições de saúde relacionadas a distúrbios do complexo articular do ombro foram definidos como aqueles sem dor no ombro, sem histórico de lesão de tendão no ombro e sem limitação das funções do ombro nas tarefas cotidianas (GC). Os indivíduos com lesão do manguito rotador assintomáticos foram definidos como aqueles sem dor ou com mínima dor no ombro no momento (até grau 3 na escala visual analógica - EVA), com boa função ou movimentos do ombro próximo do normal nas tarefas cotidianas e com histórico de lesão do manguito rotador documentada por exame de ultrassonografia (USG) ou Ressonância Magnética Nuclear (RMN) prévio à pesquisa (SDCL). Os indivíduos com lesão do manguito rotador sintomáticos foram definidos como aqueles com dor no ombro importante (acima de 3 na EVA), com déficit na função dos movimentos do ombro nas tarefas cotidianas e com exames de imagem (USG ou RMN) demonstrando a lesão (CDCL). Os grupos formados foram pareados em gênero e idade e os participantes foram convocados a participar do estudo pelas redes sociais

da clínica.

#### 4.2. DESENHO EXPERIMENTAL

Após assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 1), os participantes foram avaliados por médico ortopedista, membro da equipe de pesquisa em ambiente privativo da clínica “O Centro do Ombro”, onde também aconteceu a etapa experimental do estudo. Os participantes foram convidados a responder um questionário com dados demográficos, a intensidade de dor no ombro no dia da avaliação segundo uma escala analógica visual (EVA) numa escala padrão de 0 a 10 e submetidos à aplicação do questionário DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) validado para o português Brasileiro. O DASH é um instrumento que avalia função e sintomas no membro superior sob a perspectiva do paciente e classifica o paciente em uma escala que varia de 0 (sem disfunção) a 100 (disfunção extrema) (ORFALE *et al.*, 2005). Os participantes foram ainda convidados a responder o questionário de lateralidade Edinburgh Handedness Inventory (EHI) (OLDFIELD, 1971) para fins de se determinar o membro superior dominante. Este questionário classifica o paciente quanto à preferência no uso da mão numa escala quantitativa contínua variando de -100 (totalmente esquerdo) até +100 (totalmente direito). Foram coletados os dados de exames de imagem, tais como ultrassonografia ou ressonância magnética nuclear pré-existentes referentes aos participantes com história de lesão do manguito rotador e foi adotada a classificação de Cofield (DeOrio; COFIELD, 1984), na qual se categoriza as lesões do manguito rotador em pequenas (até 1 cm de extensão anteroposterior), médias (de 1,1 – 3 cm), grandes (3,1 - 5 cm) e maciças (maiores que 5 cm). Em seguida os participantes seguiram para a segunda etapa do experimento (medida de parâmetros fisiológicos e cinemática).

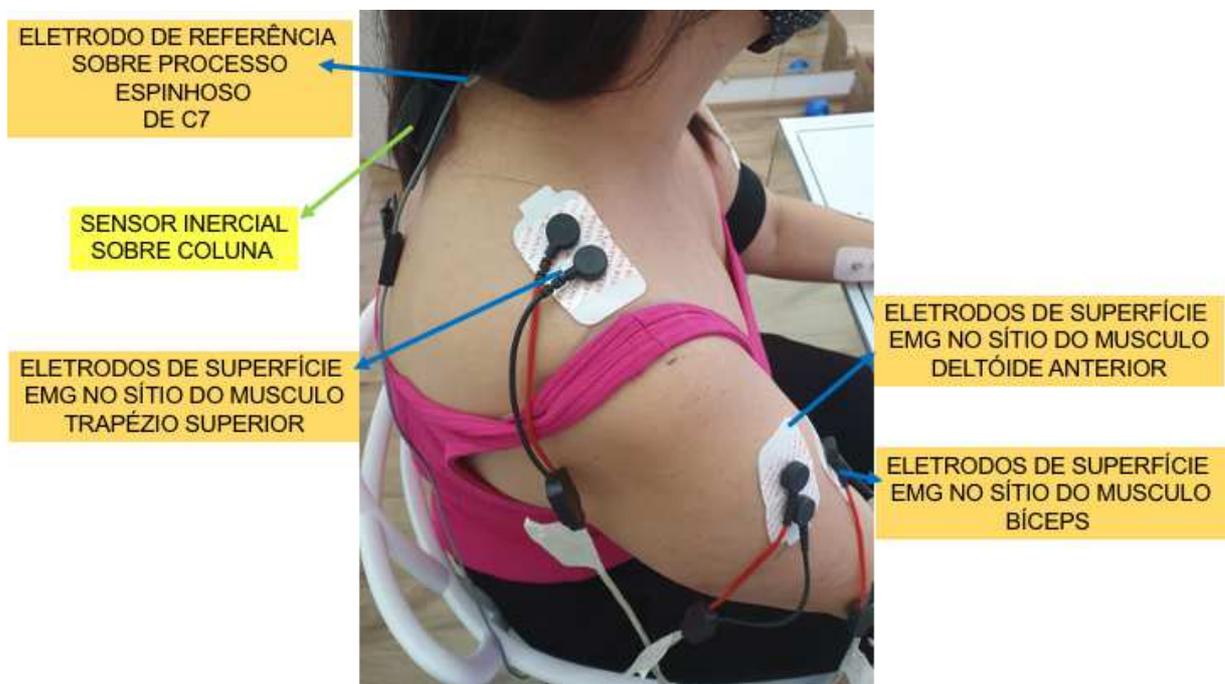
#### 4.3. COLETA DE DADOS

Foram coletados dados referentes a força de preensão durante tarefa de contração voluntária máxima (CVM) e atividade muscular através da eletromiografia de superfície (sEMG).

### 4.3.1. Eletromiografia de superfície:

A coleta de dados referente à atividade muscular foi feita com uso de eletrodos descartáveis (Figura 1) tipo espumado, com gel sólido, adesivo hipoalérgico, botão de aço inoxidável e contra pino Ag/AgCl (marca Maxicor SF 02 adulto), fixados após preparo da pele (tricotomia e limpeza com álcool isopropílico) conforme orientado por Hermens *et al.* (2000). A aquisição dos sinais foi feita por meio de um sistema oito (8) canais (ganho: 2000 x; filtro passa banda Butterworth de 4ª ordem: 20-500 Hz; Frequência de Amostragem: 2 kHz; modelo 802; EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil; registro ANVISA 80796900001). Os sinais foram processados pelo software EMGLab V 1.2-2010 (EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil). Cada participante teve os eletrodos colocados em sítios musculares determinados, conforme discutido a seguir.

Figura 1 - Vista superior direita de um voluntário demonstrando o posicionamento dos eletrodos para captar sinais EMG.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

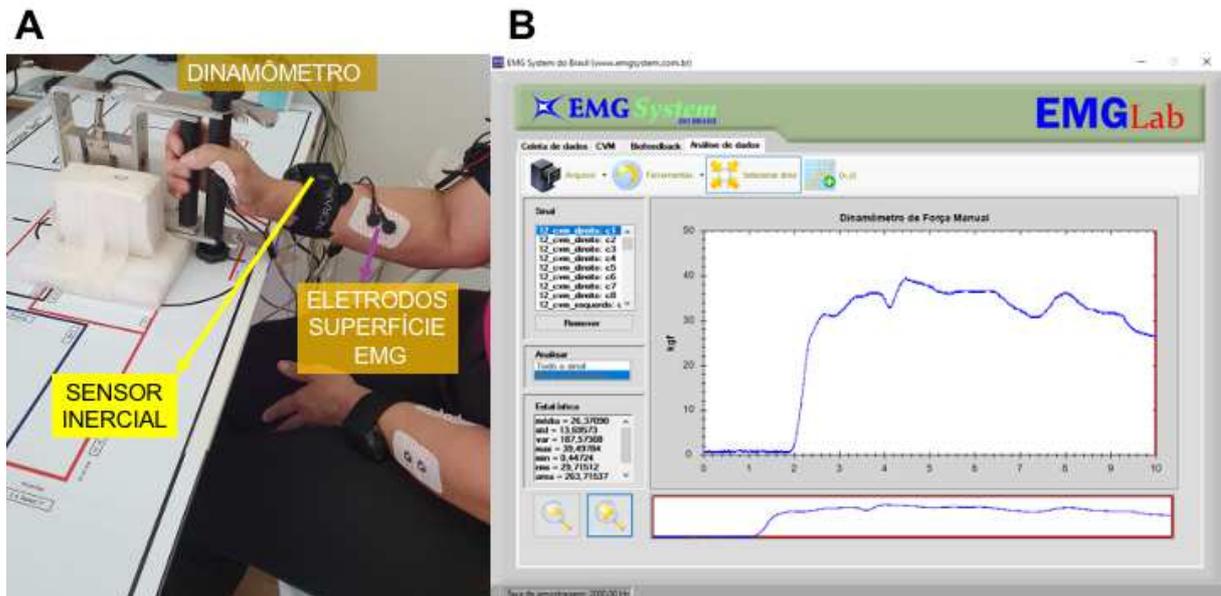
Os músculos do membro superior que tiveram registros eletromiográficos foram: porção anterior do deltóide e porção superior do trapézio que, demonstraram menor ativação em pacientes assintomáticos e maior ativação muscular em pacientes sintomáticos durante a tarefa de carregar pesos e de elevação do ombro segundo KELLY *et al.* (2005). Segundo SHINOZAKI *et al.* (2013), em pacientes com lesão do manguito rotador sintomática, a atividade do deltoide estava diminuída e a atividade do trapézio aumentada, sendo que, neste caso, a atividade muscular foi determinada por tomografia por emissão de pósitrons.

Adicionalmente, foram investigados os músculos bíceps braquial, flexor radial longo do carpo, extensor radial longo do carpo e o flexor curto do polegar (VERMILLION *et al.*, 2015). Estes foram escolhidos por representarem uma rede muscular que alcança e controla todo o complexo articular do membro superior. A colocação dos eletrodos seguiu as recomendações da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesiologia (SENIAM; [www.seniam.org](http://www.seniam.org); HERMENS *et al.*, 2000). Apenas quanto ao posicionamento dos eletrodos, a sua colocação sobre os músculos flexor radial longo do carpo, extensor radial longo do carpo e flexor curto do polegar seguiu referências descritas por Barbero e al. (2012).

#### **4.3.2. Dinamometria da força de preensão manual:**

Os participantes foram convidados e orientados a realizarem uma tarefa de preensão máxima (CVM) em cada uma das mãos estudadas. Durante a tarefa de preensão manual, o membro estudado foi posicionado de acordo com o que a American Society of Hand Therapists (ASHT) preconiza (FESS, 1981). O participante ficou sentado confortavelmente em uma cadeira com o braço ao lado do corpo, cotovelo em flexão de 90°, antebraço em posição neutra conforme mostrado na Figura 2. A avaliação dos níveis de força de preensão isométrica da mão foi realizada com um transdutor de força manual modelo 802 EMG System do Brasil (capacidade nominal: 200 kg, sensibilidade: 2000 mV/V +/- 10%; ganho: 2000 x; Frequência de Amostragem: 2 kHz). Em seguida, os participantes foram convidados e orientados a realizarem uma tarefa de preensão manual orientada por feedback visual em três diferentes níveis, 30, 60 e 90% da contração voluntária máxima, durante 10 segundos, por meio do software EMGLab V 1.2-2010 (EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil).

Figura 2 - Posicionamento do membro direito durante coleta de dados referentes à contração máxima voluntária (CVM) com dinamômetro na medida da força de preensão manual (A). Foto da tela do software do sistema de aquisição de sinais mostrando o desempenho de força (kgf) durante tarefa de CVM (B).



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

#### 4.4. EXECUÇÃO DAS TAREFAS DE PREENSÃO:

Após um treinamento para execução de cada movimento, cada participante executou oito movimentos específicos do teste motor de Wolf (WOLF *et al.*, 2001). O teste de Wolf consiste na execução de tarefas específicas de acordo com as articulações envolvidas (do ombro aos dedos) avaliando a função do membro superior por meio de uma ou múltiplas articulações, movimentos e tarefas funcionais. A sua adaptação a este estudo foi feita em função da exploração da articulação do ombro em diferentes planos de movimento. A sequência das tarefas e os lados (dominante e não dominante) foram randomizados. Foram feitas as tarefas nº 2, 6, 7, 9, 10, 12, 15 e 17 descritas (PEREIRA *et al.*, 2011) de acordo com a Tabela 1. Os participantes realizaram as tarefas com a ajuda de um metrônomo em um ritmo de 40 batimentos por minuto. O tempo total de coleta de dados de sEMG

foi de 60 segundos, sendo que o início de cada movimento específico foi a partir de 12º segundo, quando foi dado o comando para iniciar a tarefa.

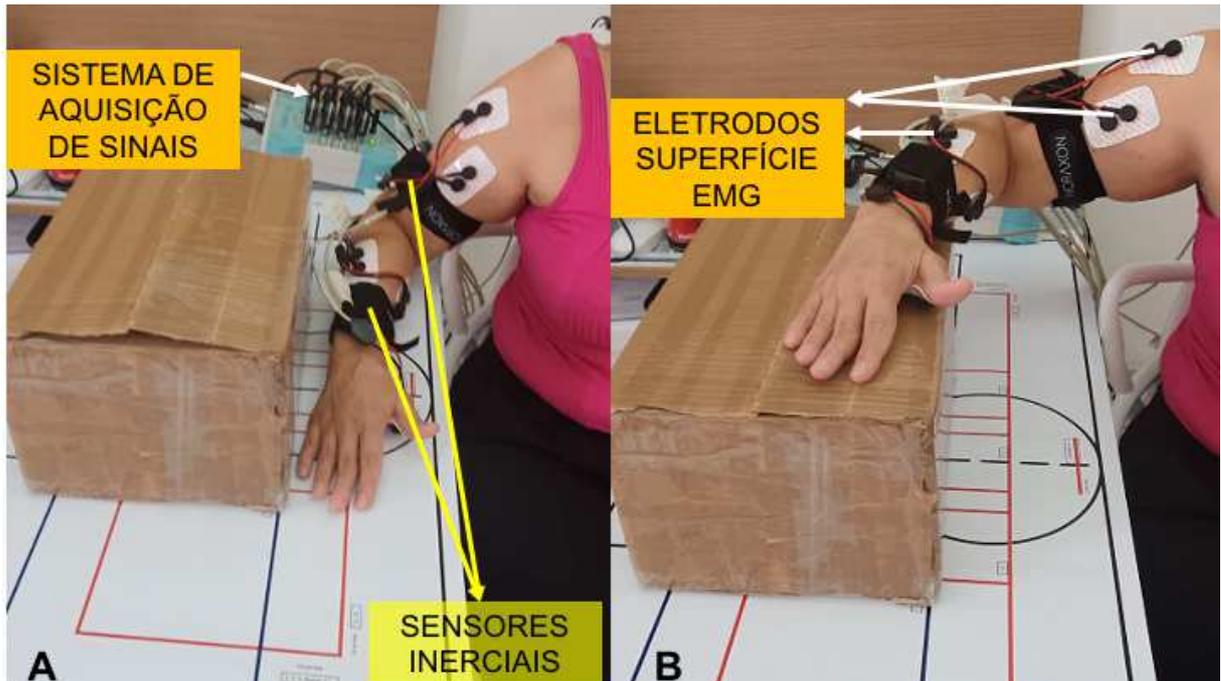
Tabela 1 – Descrição da tarefa executada no teste motor de Wolf

Número da tarefa	Descrição da tarefa do teste motor de Wolf
2	Paciente sentado ao lado de uma mesa: Comando - abduzir o ombro e colocar o antebraço sobre uma caixa
6	Paciente sentado em frente uma mesa: Comando - abduzir o ombro e colocar antebraço sobre uma caixa
7	Paciente sentado em frente uma mesa: Comando - abduzir o braço e colocar antebraço sobre uma caixa colocando o maior peso possível sobre a caixa
9	Paciente sentado em frente à mesa: Comando - apanhar e levar uma lata de refrigerante (350ml) cheia à boca
10	Paciente sentado em frente à mesa: Comando - apanhar e erguer um lápis depositado no centro da mesa com a pinça digital
12	Paciente sentado em frente à mesa: Comando - empilhar 3 peças de damas no centro da mesa com pinça digital
15	Paciente sentado em frente à mesa: Comando - girar uma chave 180º em um cadeado ou fechadura
17	Paciente em pé ao lado da mesa: Comando - pegar uma bolsa de 1,4 kg de uma cadeira e coloca-la sobre a cabeceira da mesa.

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Dentre as tarefas do teste motor de Wolf executadas, foram escolhidas 3 tarefas no presente trabalho, para análise da ativação muscular no membro superior ilustradas a seguir nas figuras 3, 4 e 5.

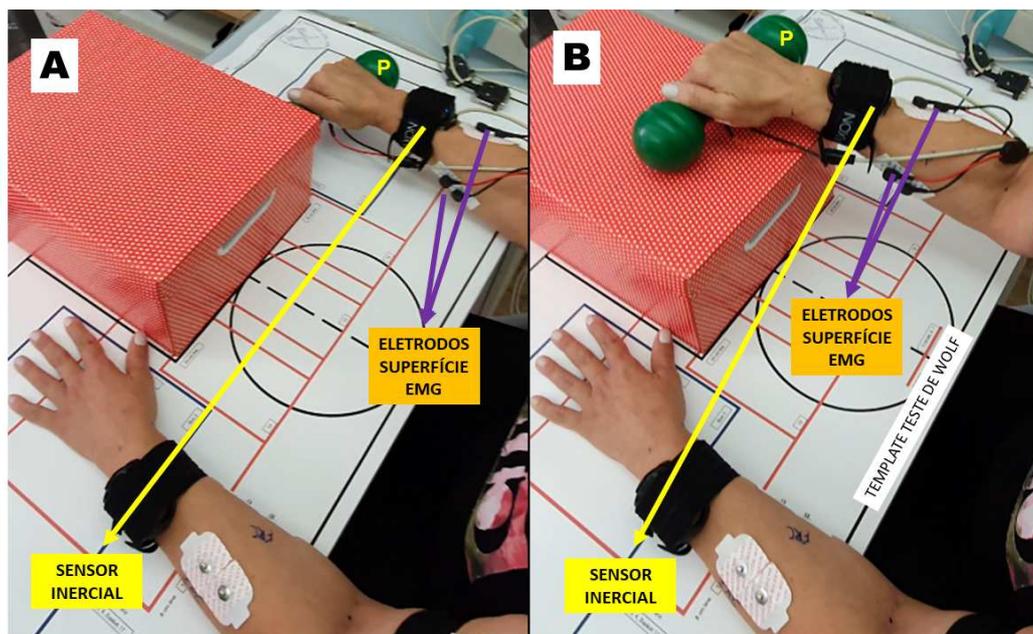
Figura 3 – Vista lateral esquerda do posicionamento do membro no início (A) e final (B) da tarefa 2. O voluntário está sentado com o lado direito junto à mesa.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Chamaremos esta tarefa de “abdução do ombro”.

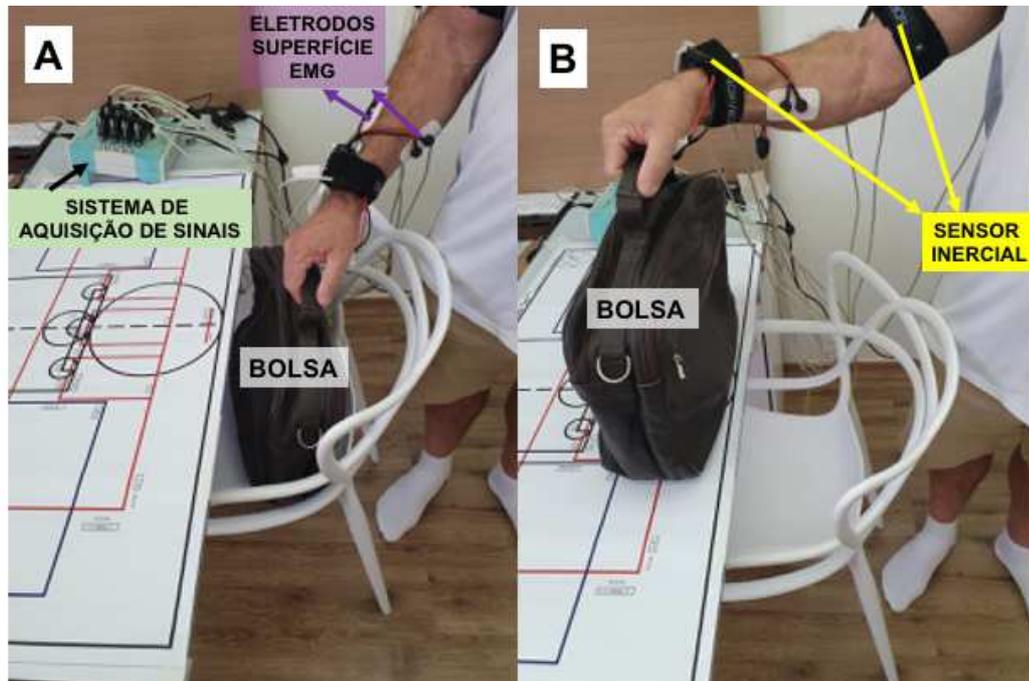
Figura 4 – vista superior esquerda do posicionamento do membro superior direito no início (A) e no final (B) do movimento durante execução da tarefa 2, que consiste na colocação do peso (P) sobre uma caixa. A tarefa foi executada com o voluntário sentado em frente uma mesa sobre um template padrão usado para orientar a posição da mão e de objetos durante execução das tarefas do teste de Wolf.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Chamaremos esta tarefa de “colocação do peso sobre a caixa”.

Figura 5 – Vista lateral esquerda do posicionamento do membro superior direito no início (A) e no final (B) da tarefa 17, que consiste na movimentação de uma sacola com peso 1,4kg sobre o assento de uma cadeira, para a superfície de uma mesa. O voluntário está de pé posicionado do lado direito em relação à mesa.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Chamaremos esta tarefa de “colocação da bolsa sobre a mesa”.

Após a coleta dos dados, os participantes dos grupos sintomático (CDCL) e assintomáticos (SDCL) seguiram o tratamento ambulatorial na clínica O Centro do Ombro conforme protocolos clínicos já vigentes.

#### 4.5. EXTRAÇÃO E ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Foram coletados dados da dinamometria (kgf) durante a tarefa de preensão manual máxima (CVM) do 6º ao 10º segundo após o início da tarefa (plateau gráfico da dinamometria ilustrado na figura 2 B).

Foram coletados dados eletromiográficos da atividade muscular ( $\mu V$ ) durante 60 segundos na execução de cada tarefa. Para análise estatística dos dados fizemos um recorte de 32 segundos a partir do 20º segundo durante a execução de cada tarefa. O tempo, que foi arbitrariamente determinado, teve como objetivo extrair informações de ciclos do sinal minimamente estacionários e que refletissem o perfil

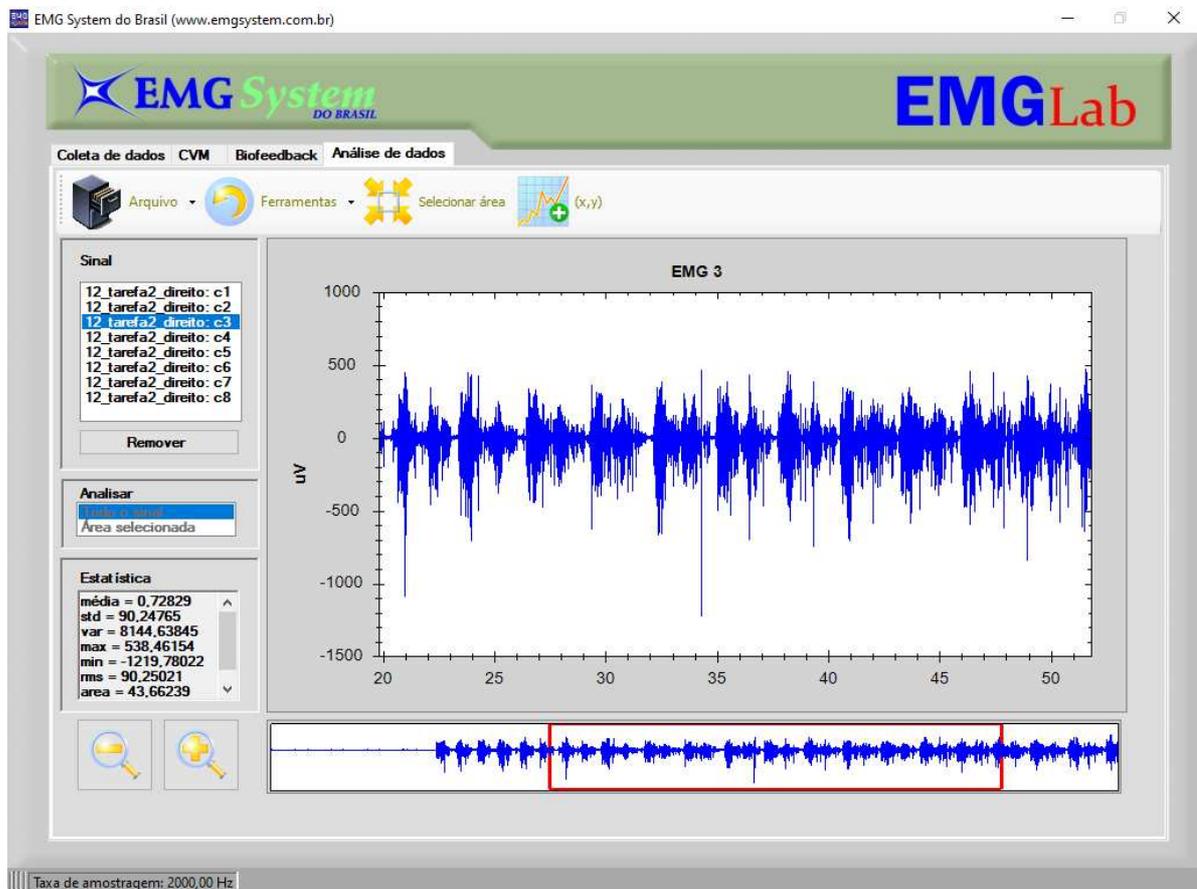
de recrutamento adotado ao longo da tarefa. A sequência de eventos referentes à coleta e processamento dos dados da atividade muscular está resumida na figura 7.

Para fins de análise do sinal de sEMG, foi calculada a raiz média quadrática do sinal (valor RMS) do trecho extraído (equação 1).

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N sEMG[n]^2}$$

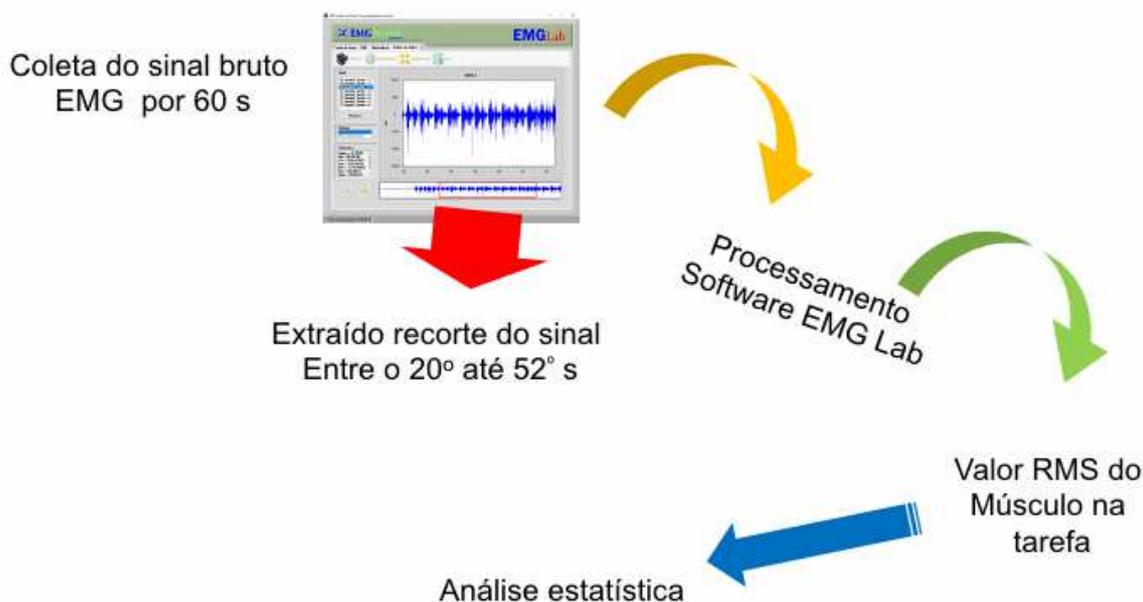
Onde N representa o número de amostras (= 64.000) nos intervalos analisados (T = 32s). A extração do valor RMS foi feita por meio do software EMGLab V 1.2-2010, ilustrado na figura 6. Ao utilizar o RMS na análise da atividade muscular, foi possível obter informações importantes sobre a magnitude da atividade elétrica do músculo em questão. Essas informações foram usadas para detectar desequilíbrios musculares e avaliar a fadiga muscular.

Figura 6 –Tela exibida pelo software EMG Lab durante coleta de dados eletromiográficos (sinal EMG em  $\mu\text{V}$ ) do músculo trapézio durante execução da tarefa 2 (abdução do ombro).



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 7: sequência de eventos na extração do sinal EMG referente à tarefa executada.



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Para a análise estatística, a distribuição dos dados foi inicialmente investigada por meio do teste de Shapiro-Wilk (anexo B). O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar se nossa amostra de dados seguiu uma distribuição normal (gaussiana). Muitas análises estatísticas, como a análise de variância (ANOVA), e o teste T independente pressupõem que os dados seguem uma distribuição normal.

O teste T independente foi utilizado para determinar se houve diferença significativa entre as médias de duas amostras (lado direito comparado ao lado esquerdo). Foi efetuado o teste T para amostras independentes dentro de cada grupo (GC, SDCL e CDCL) entre os lados direito e esquerdo em relação aos dados de CVM, bem como para a atividade muscular (RMS) nas tarefas escolhidas. O nível de significância adotado foi de 5%.

Os dados referentes à idade dos participantes, valores da avaliação funcional pela escala DASH e CVM foram submetidos à análise estatística ANOVA *one-way* para avaliar diferenças entre grupos GC, SDCL e CDCL e testes Post Hoc de Bonferroni. As análises foram executadas no software STATISTICA, versão 7.0 .

## 5.

## RESULTADOS

No nosso estudo nenhum indivíduo foi excluído. Foram avaliados 18 (dezoito) participantes com idades entre 50 e 78 anos (média  $59,39 \pm 8,19$  anos), sendo 10 participantes do sexo masculino e 8 do sexo feminino. Os dados referentes à idade seguiram distribuição majoritariamente gaussiana nos grupos segundo o teste de Shapiro-Wilk (  $p = 0,931$  para GC,  $p = 0,065$  para SDCL e  $p = 0,019$  para CDCL).

O teste ANOVA one-way para a variável idade entre os grupos (GC, SDCL e CDCL) não revelou diferenças entre eles ( $F_{(2,15)}=0,834$ ;  $p = 0,4535$ ). Teste ANOVA one-way para a variável IMC (índice de massa corporal) entre os participantes dos grupos (GC, SDCL e CDCL) não revelou diferenças entre eles ( $F_{(2,15)}=0,563$ ;  $p = 0,581$ ).

No presente estudo, os valores de DASH variaram de 1,67 até 56,67 em toda a amostra. No GC o valor de DASH foi  $11,4 \pm 7,47$ ; no SDCL o valor de DASH foi  $12,1 \pm 7,73$ ; e no CDCL o valor de DASH foi  $43,8 \pm 22,5$ . Os dados referentes ao escore funcional DASH relativos a participantes de cada grupo seguiram distribuição normal segundo o teste de Shapiro-Wilk (  $p = 0,844$  para GC,  $p = 0,954$  para SDCL e  $p = 0,219$  para CDCL). O teste ANOVA one-way para o escore funcional DASH entre os grupos mostrou que houve diferenças entre os grupos com valores  $F_{(2, 15)}=9,866$   $p=0,0018$ ). Testes Post Hoc de comparação múltipla de Bonferroni mostraram diferenças no valor DASH entre GC e CDCL com valor  $p = 0,0044$  e no valor DASH entre SDCL e CDCL com valor  $p = 0,0052$ .

Quanto ao índice de lateralidade, dois participantes apresentaram preferência manual à esquerda e os demais (16) à direita. Quanto ao gênero, tivemos 3 participantes do sexo masculino e 3 do sexo feminino no GC, 4 do sexo masculino e 2 do sexo feminino no SDCL e 3 do sexo masculino e 3 do sexo feminino no CDCL, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Apresentação geral dos participantes com cada tipo de grupo quanto à dor e presença de lesão do manguito, idade, sexo, preferência de lateralidade no uso da mão (OLDFIELD), nota de avaliação funcional do ombro (DASH), índice de

massa corporal (IMC) e intensidade da dor (EVA).

Condição do ombro	Sujeito	IDADE	SEXO	OLDFIELD	DASH	IMC	DOR (EVA)
Saudável	8	69	M	-40	2,5	30,86	0
Saudável	9	58	F	+20	13,3	27,64	2
Saudável	19	61	M	+70	15,8	22,72	1
Saudável	21	53	F	+100	22,5	29,19	0
Saudável	28	50	F	+11,1	10	28,25	0
Saudável	30	65	M	+60	4,2	28,55	0
Sem Dor e Lesão	2	56	F	+40	24,2	29,43	2
Sem Dor e Lesão	10	57	M	+66,6	1,7	27,05	0
Sem Dor e Lesão	14	56	M	+55,6	8,3	28,50	2
Sem Dor e Lesão	16	78	F	+100	16,7	23,65	2
Sem Dor e Lesão	25	64	M	-26,3*	12,5	28,18	1
Sem Dor e Lesão	35	64	M	+100	9,2	22,75	2
Com Dor e Lesão	1	57	F	+100	57,5	44,70	8
Com Dor e Lesão	12	53	M	+100	20	29,13	5
Com Dor e Lesão	33	50	M	+90	67,5	28,03	7
Com Dor e Lesão	38	54	F	+90	49,2	23,81	5

Com Dor e Lesão	39	74	F	+100	11,7	21,9 5	5
Com Dor e Lesão	42	50	M	+60	56,7	30,8 1	5

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Por sua vez, quanto à presença de lesão do manguito rotador e dor no ombro, seis (6) participantes apresentaram dor no ombro e lesão do manguito rotador (CDCL), 6 participantes estavam sem dor no ombro, mas com lesão do manguito rotador (SDCL) e 6 participantes estavam sem dor no ombro e sem lesão (GC). A tabela 3 mostra características da lesão do manguito rotador na amostra tais como tamanho, classificação da lesão (COFIELD), lado acometido e presença ou não de dor importante no ombro. Os participantes 39 e 42 tinham lesão do manguito rotador nos ombros direito e esquerdo, porém a queixa de dor foi no lado direito, onde apresentavam maior tamanho da lesão. Quanto à distribuição dos dados relativos ao tamanho da lesão do manguito rotador, esta não seguiu um padrão de normalidade quando analisamos todos os participantes com lesão no teste de Shapiro-Wilk ( $p = 0,0081$ ).

Tabela 3 - Caracterização da lesão do manguito rotador nos participantes.

Sujeito	Condição do ombro	Lado	LESÃO (cm)	LESÃO (COFIELD)
2	SDCL	Direito	1	Media
2	SDCL	Esquerdo	1,7	Media
10	SDCL	Direito	3,5	Grande
10	SDCL	Esquerdo	0,9	Pequena
14	SDCL	Direito	5	Grande
14	SDCL	Esquerdo	0	Ausente
16	SDCL	Direito	1,4	Media
16	SDCL	Esquerdo	0	Ausente
25	SDCL	Direito	0,4	Pequena
25	SDCL	Esquerdo	1,2	Media
35	SDCL	Direito	0	Ausente
35	SDCL	Esquerdo	1,6	Media

1	CDCL	Direito	3,5	Grande
1	CDCL	Esquerdo	0	Ausente
12	CDCL	Direito	0	Ausente
12	CDCL	Esquerdo	2,4	Media
33	CDCL	Direito	1	Media
33	CDCL	Esquerdo	0	Ausente
38	CDCL	Direito	1	Media
38	CDCL	Esquerdo	0	Ausente
39	CDCL	Direito	1,5	Media
39	CDCL	Esquerdo	0,8	Pequena
42	CDCL	Direito	3,4	Grande
42	CDCL	Esquerdo	2,3	Media

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Os dados de dinamometria, sEMG e cinemática foram registrados para análise a posteriori. Devido a grande complexidade e volume de dados obtidos foram consideradas nesta defesa os dados de sEMG coletados dos músculos trapézio (porção superior), deltoide (porção anterior) e bíceps braquial. Os músculos supracitados foram arbitrariamente escolhidos em função das suas respectivas contribuições no controle da articulação glenoumeral e, portanto, hipoteticamente mais afetados pela lesão do manguito rotador. Quanto às tarefas extraídas do protocolo Wolf (PEREIRA *et al.*, 2011), foram investigadas aquelas que envolviam movimentos de abdução (2 e 17) e flexão (7) do ombro.

#### 5.1. DESEMPENHO DE CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA NO TESTE DE PREENSÃO MANUAL

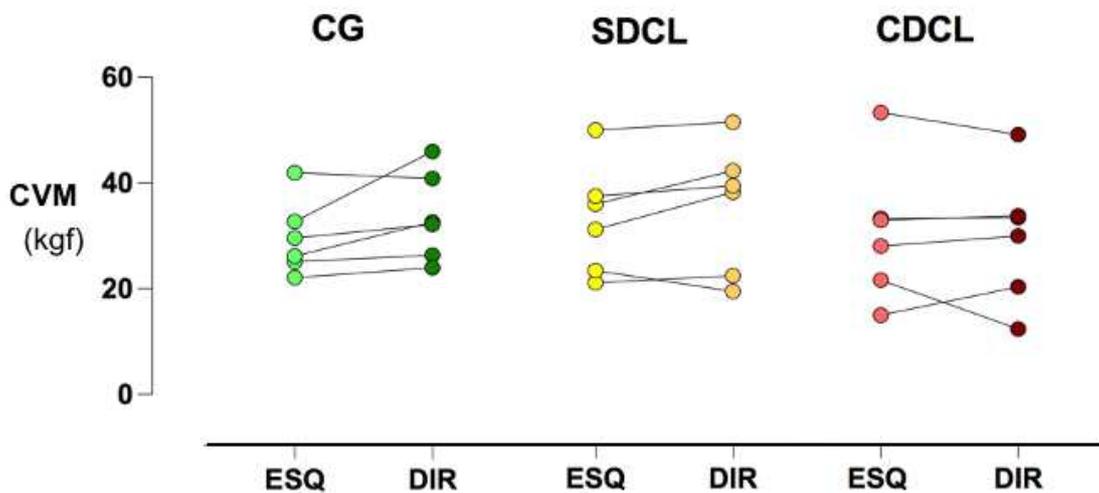
Os dados de dinamometria referentes à contração voluntária máxima no teste de preensão manual seguiram distribuição gaussiana segundo o teste de Shapiro-Wilk.

A inspeção visual global dos dados de dinamometria (CVM) na figura 8 não mostra grandes diferenças entre os lados direito e esquerdo dentro de cada grupo bem como não mostra diferença entre os grupos (GC, SDCL e CDCL).

Um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo ( $t_{(10)} = 0,900$ ,  $p=0,390$  para GC;  $t_{(10)} = 0,360$ ,  $p= 0,726$  para SDCL; e  $t_{(10)} = -0,114$ ,  $p = 0,911$  para CDCL).

Uma ANOVA two-way não mostrou diferença estatisticamente significativa entre grupos (GC, SDCL e CDCL) com  $F(2,30) = 0,439$ ,  $p = 0,649$ . Uma ANOVA two-way para lados direito e esquerdo não mostrou diferenças com  $F(1,30) = 0,260$ ,  $p = 0,614$ . Não houve interação significativa entre os fatores grupos (GC, SDCL e CDCL) e lados (direito e esquerdo) com  $F(2,30) = 0,155$ ,  $p = 0,857$ .

Figura 8 - Desempenho da força de preensão manual (CVM em kgf) individual dos participantes do GC (grupo sem dor e sem lesão no ombro), SDCL (grupo sem dor e com lesão) e CDCL (grupo com dor e com lesão) entre os lados esquerdo (ESQ) e direito (DIR).



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

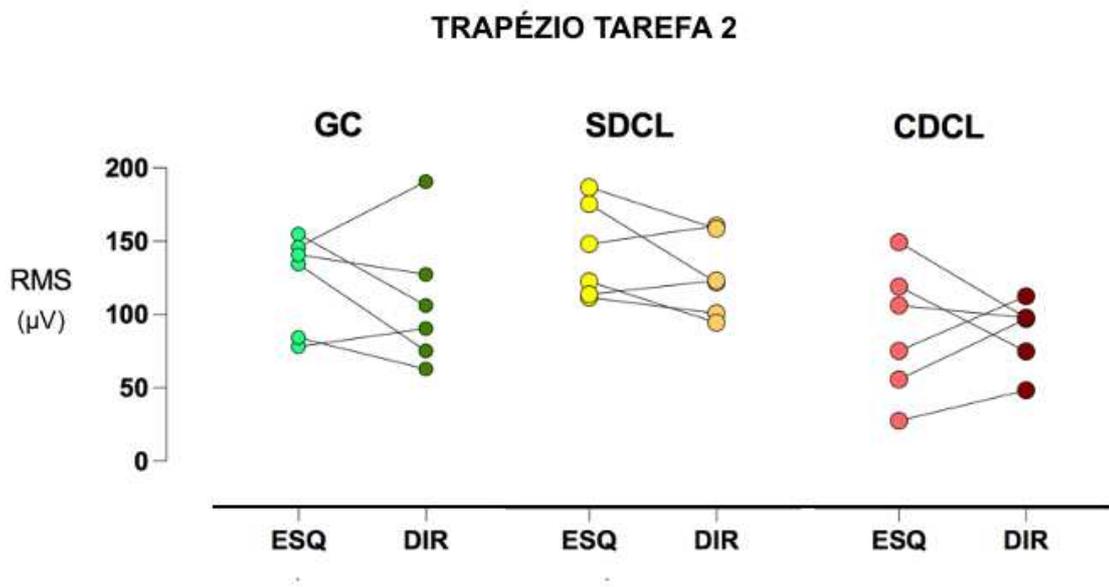
## 5.2. DESEMPENHO DOS MÚSCULOS NAS TAREFAS

Foi analisada atividade mioelétrica dos músculos trapézio (porção superior), deltoide (porção anterior) e bíceps braquial (porção longa) durante as tarefas a seguir:

### 5.2.1. Tarefa 2 - abdução do braço

Quanto à atividade mioelétrica do músculo trapézio (porção superior) de ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados, na tarefa 2 (abdução do braço) ilustrada na figura 9, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo, com valores  $t_{(10)} = -0,618$ ,  $p = 0,550$  para GC,  $t_{(10)} = -0,944$ ,  $p = 0,638$  para SDCL e  $t_{(10)} = -0,040$ ,  $p = 0,969$  para CDCL.

Figura 9 - Atividade da porção superior do músculo trapézio (RMS) nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre lados esquerdo e direito na tarefa 2.

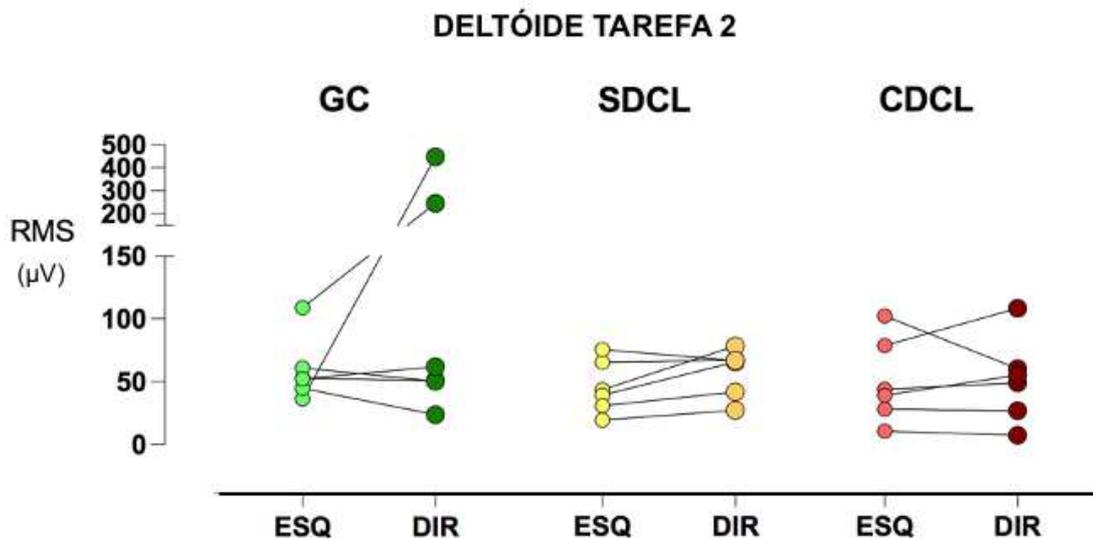


Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Quanto à atividade mioelétrica da porção anterior do músculo deltoide de ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados, na tarefa 2 (abdução do braço) ilustrada na figura 10, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares

direito e esquerdo dentro de cada grupo  $t_{(10)} = 1,261$  ,  $p = 0,236$  para GC ,  $t_{(10)} = 1,045$  ,  $p = 0,321$  para SDCL e  $t_{(10)} = 0,041$  ,  $p = 0,968$  para CDCL.

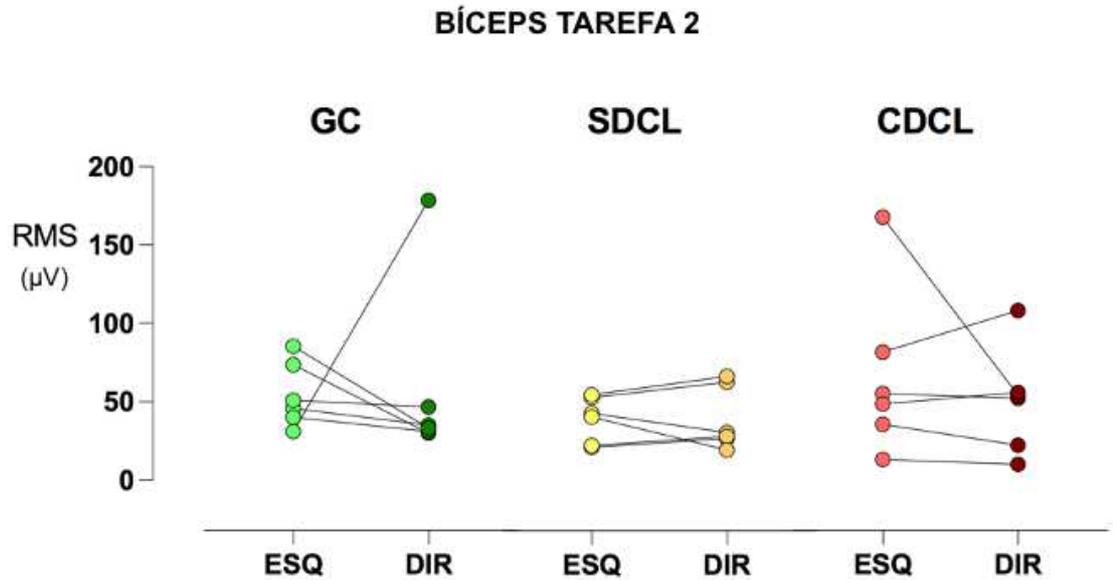
Figura 10 - Atividade da porção anterior do músculo deltoide nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre os lados esquerdo e direito na tarefa 2.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Quanto à atividade mioelétrica do músculo bíceps braquial de ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados, na tarefa 2 (abdução do braço) ilustrada na figura 11, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo, com valores  $t_{(10)} = 0,181$  ,  $p = 0,860$  para GC ,  $t_{(10)} = -0,002$  ,  $p = 0,999$  para SDCL e  $t_{(10)} = -0,632$  ,  $p = 0,541$  para CDCL.

Figura 11- Atividade do músculo bíceps braquial (porção longa) nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre lados esquerdo e direito na tarefa 2

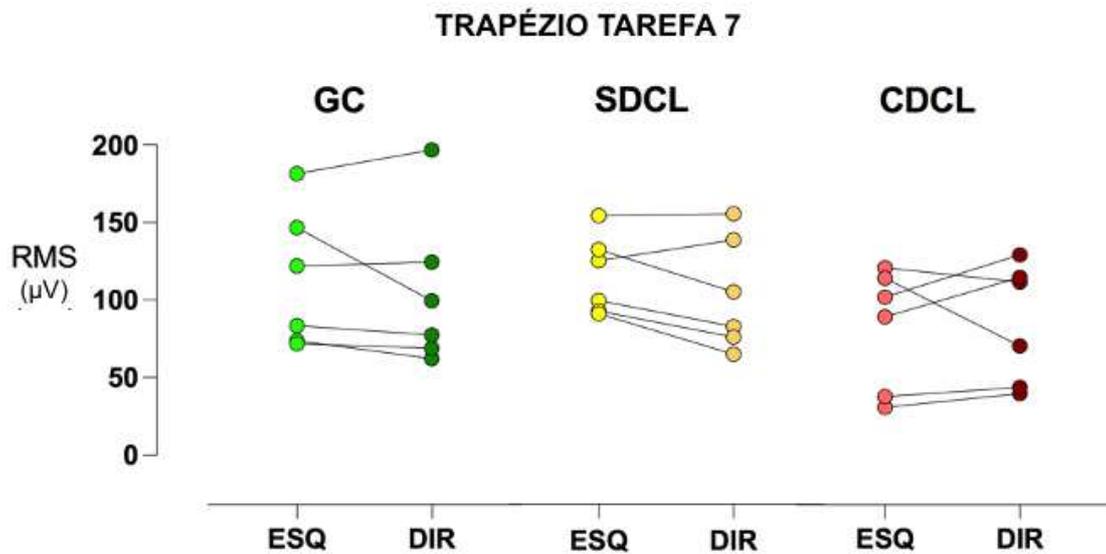


Fonte: elaborado pelo autor (2023)

### 5.2.2. Tarefa 7 - colocação do peso sobre a caixa

Quanto à atividade mioelétrica do músculo trapézio (porção superior) de ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados, na tarefa 7 (colocação do peso sobre a caixa) ilustrada na figura 12, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo, com valores  $t_{(10)} = -0,301$ ,  $p = 0,769$  para GC,  $t_{(10)} = -0,664$ ,  $p = 0,522$  para SDCL e  $t_{(10)} = 0,109$ ,  $p = 0,915$  para CDCL.

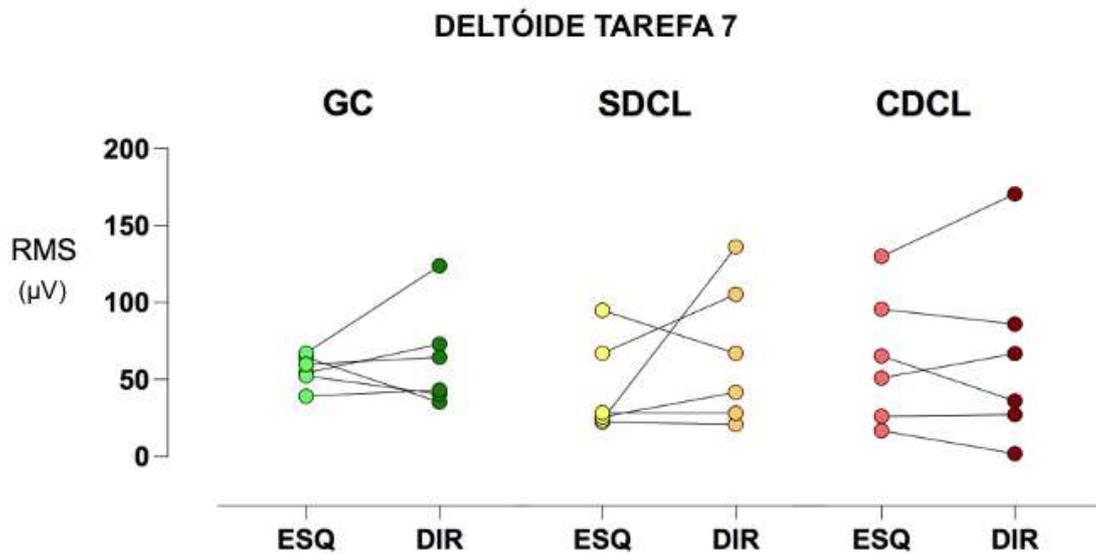
Figura 12- Atividade do músculo trapézio (porção superior) nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre os lados esquerdo e direito na tarefa 7.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Quanto à atividade mioelétrica da porção anterior do músculo deltoide em ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados, na tarefa 7 (colocação do peso sobre a caixa) ilustrada na figura 13, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo, com valores  $t_{(10)} = 0,512$ ,  $p = 0,620$  para GC,  $t_{(10)} = 1,022$ ,  $p = 0,331$  para SDCL e  $t_{(10)} = 0,193$ ,  $p = 0,851$  para CDCL.

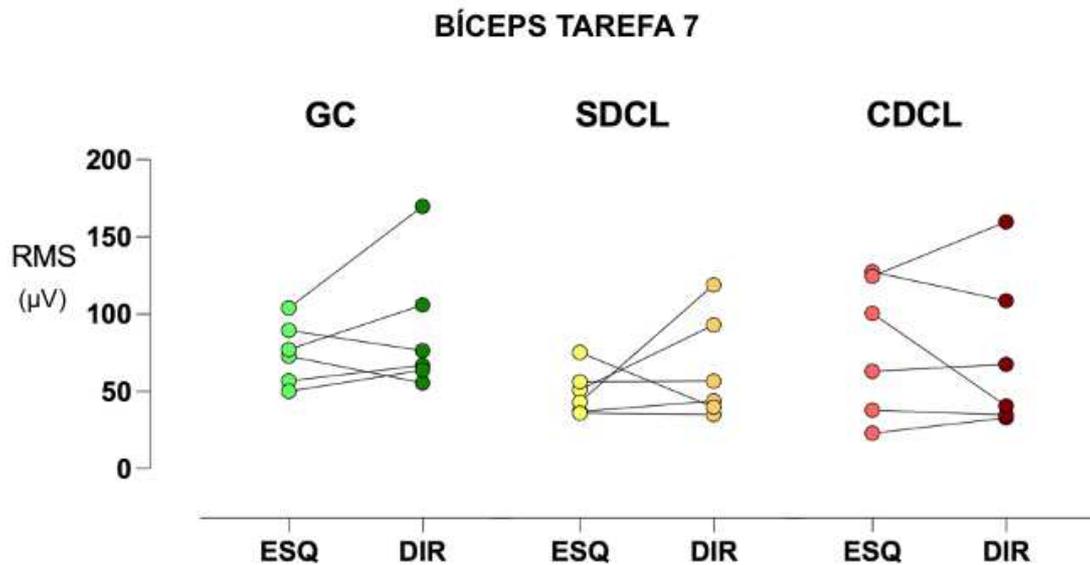
Figura 13- Atividade da porção anterior do músculo deltoide nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre os lados esquerdo e direito na tarefa 7.



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Quanto à atividade mioelétrica do músculo bíceps braquial de ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados, na tarefa 7 (colocação do peso sobre a caixa) ilustrada na figura 14, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo, com valores  $t_{(10)} = 0,755$  ,  $p = 0,467$  para GC ,  $t_{(10)} = 0,981$  ,  $p = 0,350$  para SDCL e  $t_{(10)} = -0,195$  ,  $p = 0,849$  para CDCL.

Figura 14- Atividade do músculo bíceps braquial nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre os lados esquerdo e direito na tarefa 7.

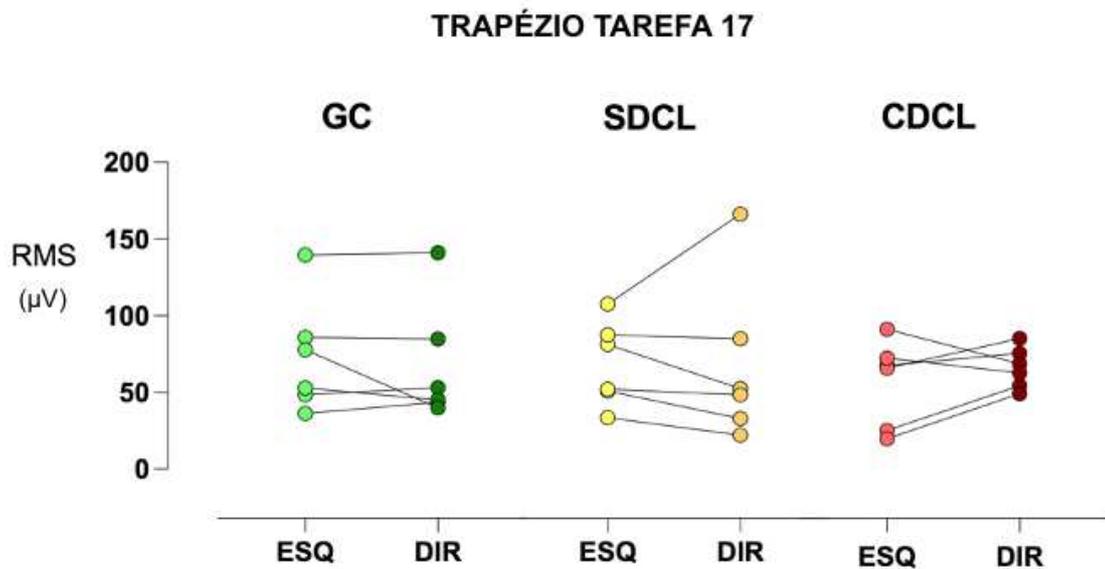


Fonte: elaborado pelo autor (2023)

### 5.2.3. Tarefa 17 – colocação da bolsa sobre a mesa

Quanto à atividade mioelétrica do músculo trapézio (porção superior) de ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados, na tarefa 17 (colocação da bolsa sobre a mesa) ilustrada na figura 15, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo, com valores  $t_{(10)} = -0,259$ ,  $p = 0,808$  para GC,  $t_{(10)} = -0,043$ ,  $p = 0,966$  para SDCL e  $t_{(10)} = 0,109$ ,  $p = 0,915$  para CDCL.

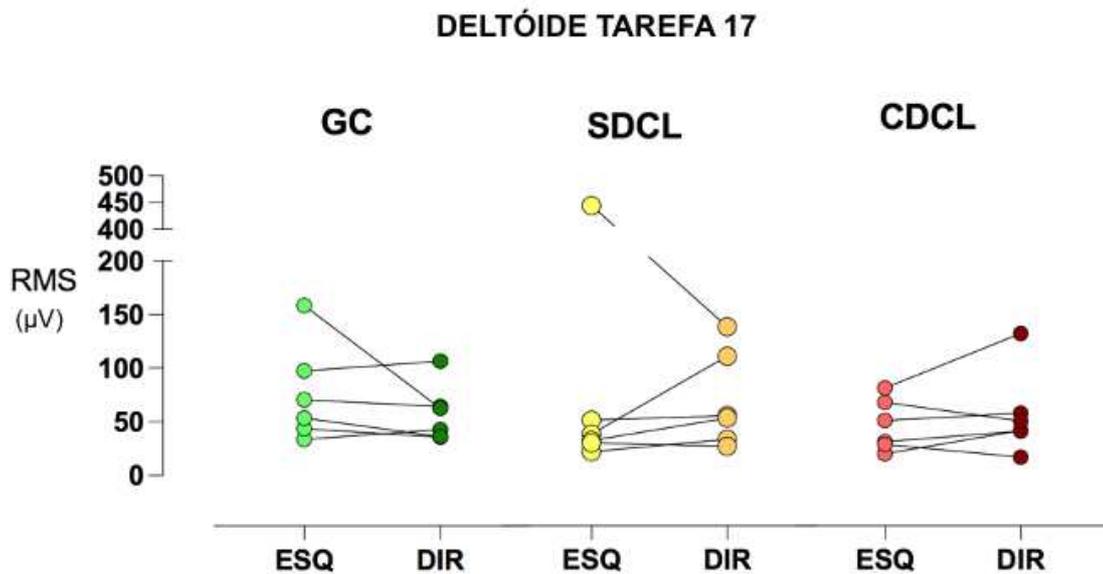
Figura 15- Atividade do músculo trapézio (porção superior) nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre os lados esquerdo e direito na tarefa 17



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Quanto à atividade mioelétrica da porção anterior do músculo deltoide em ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados, na tarefa 17 (colocação da bolsa sobre a mesa) ilustrada na figura 16, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo, com valores  $t_{(10)} = -0,833$  ,  $p = 0,424$  para GC ,  $t_{(10)} = -0,471$  ,  $p = 0,648$  para SDCL e  $t_{(10)} = 0,531$  ,  $p = 0,607$  para CDCL .

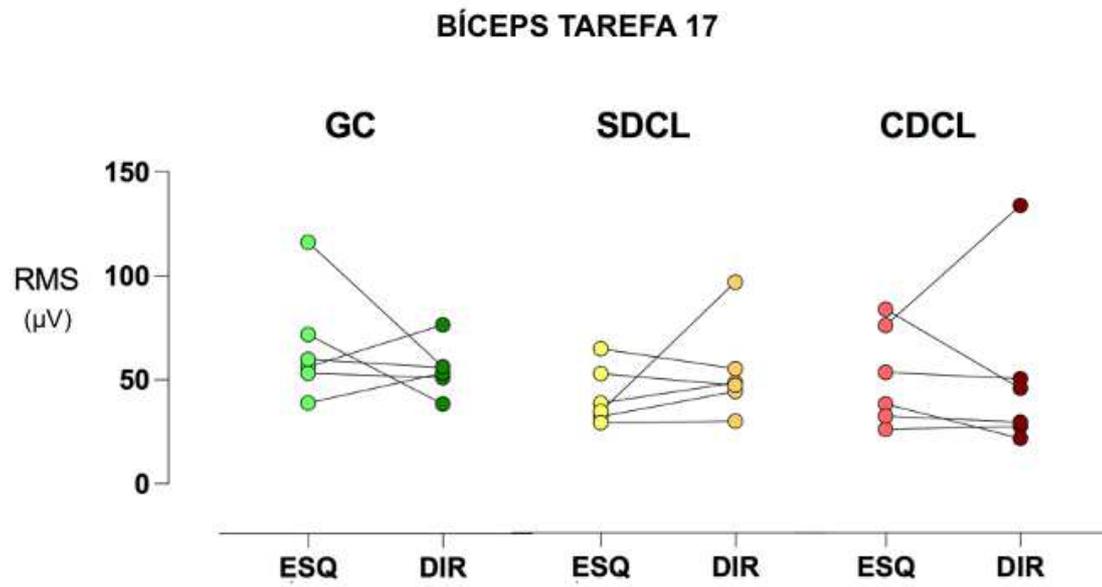
Figura 16- Atividade da porção anterior do músculo deltoide nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre os lados esquerdo e direito na tarefa 17



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

Quanto à atividade mioelétrica do músculo bíceps braquial em ambos os lados (direito e esquerdo) e grupos investigados na tarefa 17 (colocação da bolsa sobre a mesa) ilustrada na figura 17, um teste t não pareado não mostrou diferença entre os pares direito e esquerdo dentro de cada grupo, com valores  $t_{(10)} = -0,896$  ,  $p = 0,391$  para GC ,  $t_{(10)} = 1,070$  ,  $p = 0,310$  para SDCL e  $t_{(10)} = -0,010$  ,  $p = 0,992$  para CDCL .

Figura 17- Atividade do músculo bíceps braquial nos participantes dos grupos controle (GC), sem dor e com lesão (SDCL) e com dor e com lesão (CDCL) entre os lados esquerdo e direito na tarefa 17



Fonte: elaborado pelo autor (2023)

6.

## DISCUSSÃO

Os objetivos principais da presente pesquisa foram avaliar e a ativação de músculos específicos do membro superior e a força de preensão manual em indivíduos com e sem lesão do manguito rotador durante a realização de tarefas de alcance e preensão.

A avaliação foi realizada por meio do monitoramento da ativação de alguns músculos relacionados ao ombro através do registro da sEMG e da dinamometria visando explicitar as possíveis interferências de uma lesão do manguito rotador na função do membro superior. Além disso, a presença de dor e a lateralidade dos indivíduos foram controladas. Não foi encontrado resultado significativo a partir da abordagem experimental e da análise aqui aplicadas.

Conforme discutido no início deste estudo, as rupturas dos tendões do manguito rotador apresentam prevalência crescente na população a partir dos 50 anos, um complexo muscular que desempenha funções de estabilidade e controle da articulação do ombro, todas necessárias em diversas tarefas do cotidiano. Entretanto, nem todos os pacientes com lesões do manguito rotador parecem necessitar de tratamento e, quando necessário, o tratamento é bastante individualizado de acordo com a dor e o impacto do déficit funcional no ombro destes pacientes. Na prática clínica, conforme exemplificado na amostra estudada (grupo SDCL), é possível identificarmos pacientes que, mesmo apresentando lesões classificadas como grandes ou médias por meio da classificação de Cofield (DeOrio; COFIELD, 1984), não relatam dor significativa e, deste modo, parecem ser capazes de manter boa função do ombro. Por outro lado, verifica-se também a existência de pacientes com lesões pequenas e médias do manguito rotador com dor e déficit funcional importante desta articulação (grupo CDCL). Os participantes do grupo CDCL estudado foram submetidos a reparo cirúrgico da lesão do manguito rotador, após as coletas de dados, devido à magnitude e persistência da dor associada ao déficit da função do ombro em tarefas do cotidiano. Deste modo, é possível afirmarmos que, mesmo com a adoção de escores de avaliação funcional do membro superior tais como o DASH, ainda não dispomos de um algoritmo que utilize sinais biomédicos, tais como EMG e/ou dinamometria da tarefa de preensão manual capazes de definir o tratamento cirúrgico ou não cirúrgico de pacientes com lesão do manguito rotador. Um algoritmo alimentado por sinais biomédicos seria muito útil

para reforçar ou rejeitar uma indicação de cirurgia em pacientes com lesão do manguito rotador.

O presente estudo buscou investigar uma eventual correlação entre a força máxima de preensão manual (CVM) e a presença ou não de uma lesão do manguito rotador, bem como também avaliar uma interferência da lateralidade (preferência manual) na dinamometria durante o cumprimento da tarefa de compressão voluntária manual máxima.

Durante a tarefa de preensão (CVM), diversos fatores podem influenciar os valores de dinamometria tais como idade, gênero, nutrição, lesões ou doenças musculares e neuromusculares (MAFI *et al*, 2012). A dinamometria na tarefa de preensão manual (CVM) tende a diminuir com o aumento da idade, porém os resultados da análise estatística para a idade dos participantes em relação aos grupos GC, SDCL e CDCL na nossa amostra não mostraram diferenças significativas. Quanto ao gênero, sabemos que homens tem em geral maior força de preensão em comparação com mulheres, porém na nossa amostra a distribuição entre participantes do gênero masculino e feminino foi uniforme entre os grupos GC, SDCL e CDCL. Quanto à influência do estado nutricional do participante na dinamometria na tarefa de preensão manual sabemos que deficiências nutricionais estão relacionadas com valores mais baixos durante a CVM. Na nossa amostra análise estatística para a variável IMC não mostrou diferenças estatisticamente significativas sugerindo uniformidade no estado nutricional dos participantes entre os grupos GC, SDCL e CDCL. Os participantes do presente trabalho não tinham doenças neuromusculares ou musculares, exceto a presença da lesão de tendão do manguito rotador nos integrantes dos grupos SDCL e CDCL porém, a presença de lesão do manguito rotador no ombro não mostrou influência nos valores de dinamometria durante a tarefa de CVM.

A presença ou não de uma lesão do manguito rotador do ombro não influenciou o cumprimento na tarefa de preensão manual no presente estudo, contrapondo-se à nossa hipótese inicial e, deste modo, refutando outros achados da literatura, mas devemos estar atentos às diferenças metodológicas e especificidade da amostra entre nossa pesquisa e outras pesquisas na literatura.

Por exemplo, Horsley *et al.* (2016) encontrou uma forte correlação entre a força de preensão manual e o desempenho dos músculos rotadores externos do ombro a partir de diferentes posturas. Este autor mediu a força de preensão manual

(dinamometria) com o ombro em repouso (membro superior pendente ao lado do corpo e cotovelo flexionado 90°, em seguida com ombro em abdução de 90° e depois com ombro em abdução de 90° e rotação externa de 90°) nos lados direito e esquerdo, neste caso a dinamometria sofreu influências de diferentes posturas do ombro.

Por outro lado em nosso estudo, a força de preensão manual foi medida em uma única posição padronizada pela American Society of Hand Therapists (ASHT), o dinamômetro ficou apoiado no centro do tampo da mesa em frente ao participante. Portanto, no presente estudo, obtivemos dados da dinamometria na tarefa de preensão manual sem a influência de posturas do ombro que, permaneceu em repouso durante toda a tarefa de preensão manual (CVM). Além disso, a idade média dos participantes no estudo de Horsley *et al.* (2016) foi de  $19,8 \pm 5,7$  anos, portanto, numa faixa etária bastante inferior àquela comparada ao nosso trabalho (média  $59,39 \pm 8,19$  anos). Nosso trabalho procurou avaliar influência isolada de uma lesão do manguito rotador do ombro e da preferência manual numa tarefa de compressão manual padronizando os demais fatores que pudessem influenciar os resultados da CVM.

Portanto, os dados obtidos da dinamometria na tarefa de preensão manual (CVM) não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos (GC, SDCL e CDCL) nem entre os lados direito e esquerdo, dentro de cada grupo.

Os resultados obtidos por meio da sEMG dos músculos trapézio (porção superior), deltoide (porção anterior) e bíceps braquial durante as tarefas extraídas do teste de Wolf (abdução do ombro, colocação do peso sobre a caixa e colocação da bolsa sobre a mesa) não revelaram diferenças estatisticamente significantes entre os lados direito e esquerdo dentro de cada um dos grupos (GC, SDCL e CDCL). As tarefas motoras do teste de Wolf envolvem movimentos multiarticulares do membro superior onde o participante procura colocar a mão em um local específico, portanto temos numerosos graus de liberdade para cada nível de descrição do sistema de movimentos. Este aparato permite o encéfalo combinar flexibilidade de desempenho do movimento com estabilidade do resultado do movimento. Segundo o princípio da abundância (GELFAND; LATASH, 2002) o encéfalo gera famílias de soluções para resolver a tarefa. Mesmo com a presença de uma lesão do manguito rotador (que pode ser sintomática ou não) algum mecanismo de ativação neuromuscular foi capaz de executar a tarefa motora proposta. Estudos populacionais mostraram que

anormalidades posturais representam um fator preditivo para lesões do manguito rotador tanto sintomáticas quanto assintomáticas (YAMAMOTO *et al.*, 2015). Ajustes posturais compensatórios poderiam mascarar a sinergia na cintura escapular durante os movimentos. Análise futura dos dados referentes à cinemática poderá elucidar esta hipótese.

Deve ser considerado também que mesmo com execução das tarefas o ombro não foi levado à fadiga muscular, o que poderia mostrar diferentes dados.

Também não foi possível estabelecer uma relação entre ativação muscular (do trapézio, deltoide e bíceps braquial) mensurada através da sEMG e a presença ou não de uma lesão do manguito rotador nos participantes. Portanto, este parâmetro investigado segundo nossa metodologia de análise, não foi sensível aos efeitos sobre o recrutamento muscular para distinguir diferenças entre ambos os membros intragrupos.

No entanto, há estudos que sugerem diferenças quanto aos seus achados. Por exemplo, Kelly *et al.* (2005) investigou o padrão de ativação de 12 músculos da cintura escapular em pacientes com lesão do manguito rotador e sintomáticos, pacientes com lesão do manguito rotador e assintomáticos e indivíduos sem lesão do manguito rotador. Dentre os músculos avaliados através de sEMG estavam o trapézio superior e deltoide anterior. Quanto às tarefas, estas foram desempenhadas de maneira distinta àquelas realizadas no presente estudo. Os autores observaram que, por meio do sEMG normalizado, durante as tarefas de carregamento de pesos (9 kg) ao lado do corpo, os pacientes assintomáticos mostraram menor ativação do trapézio superior em comparação aos pacientes sintomáticos. Adicionalmente, Kelly *et al.* (2005) também observou que, durante as tarefas de abdução do ombro, os pacientes sintomáticos apresentaram maior ativação do trapézio superior em comparação com pacientes assintomáticos. O presente estudo avaliou ativação dos músculos trapézio (porção superior), deltoide (porção anterior) e bíceps braquial (porção longa) medindo sEMG em tarefas diferentes àquelas adotadas por Kelly *et al.* (2005) e não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na ativação destes músculos entre os lados (esquerdo e direito) dentro de cada grupo (GC, SDCL e CDCL) nas tarefas extraídas do teste motor de Wolf.

**7.**

## LIMITAÇÕES

A coleta de dados referentes à dinamometria e sinais sEMG para análise da função do ombro neste estudo se mostrou muito difícil pela variedade de fatores que podem interferir na interpretação de resultados.

Devido a limitação de tempo para realização da coleta em função da pandemia da COVID-19, o tamanho da amostra foi insuficiente apresentando um número baixo de participantes em cada grupo (6). Seria necessário um período maior de recrutamento de participantes devido à especificidade dos grupos CDCL e SDCL.

No presente estudo foram coletados dados de sEMG de somente três músculos superficiais da cintura escapular (trapézio superior, deltoide anterior e bíceps braquial). O sistema de aquisição de sinais utilizado apresentava um total de 8 canais, sendo o canal 01 destinado ao dinamômetro, o canal 02 ao acelerômetro, o canal 03 ao músculo trapézio, o canal 04 ao músculo deltoide, o canal 05 ao bíceps braquial e os canais 06, 07 e 08 aos músculos no antebraço e mão. Não foram coletado sinais EMG de músculos do manguito rotador (subescapular, supraespal e infraespal) devido indisponibilidade de agulhas para coleta de sinais EMG de músculos profundos.

As tarefas do teste motor de Wolf escolhidas embora exigissem movimentos de abdução e flexão anterior do ombro geralmente podiam ser efetuadas em uma amplitude de movimento que não ultrapassava 90° de flexão ou 90° de abdução do ombro. A experiência clínica mostra que as tarefas mais desafiadoras no uso do ombro incluem movimentos de flexão anterior ou de abdução acima de 90° de amplitude.

O presente estudo não apresentou nenhum método de normalização dos dados de sEMG para corrigir possíveis interferências tais como espessura do tecido adiposo subcutâneo, velocidade de contração, área de secção transversa do músculo, idade, sexo, mudanças súbitas de postura, e diferenças antropométricas entre os locais de coleta.

Finalmente, devemos considerar que a avaliação da atividade muscular com sEMG analisa somente uma porção muscular circunscrita à um volume reduzido (determinado pelo par de eletrodos) durante um período de tempo (60 segundos) na execução de uma tarefa do teste motor de Wolf.

### 7.1.1. CONCLUSÃO

O presente estudo não mostrou diferença estatisticamente significativa na dinamometria durante uma tarefa de compressão voluntária máxima padronizada entre os lados direito e esquerdo e entre os grupos (GC, SDCL e CDCL).

O presente estudo avaliou ativação dos músculos trapézio (porção superior), deltoide (porção anterior) e bíceps braquial (porção longa) medindo sEMG e não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na ativação destes músculos entre os lados (esquerdo e direito) dentro de cada grupo (GC, SDCL e CDCL) em tarefas específicas do teste motor de Wolf.

Estudos adicionais podem contribuir sobremaneira para uma descrição e comparação mais detalhada dos padrões de ativação muscular do ombro em várias posturas em controles saudáveis e pacientes com condições dolorosas no ombro. Tais estudos devem incluir músculos de diferentes segmentos do braço, de acordo com os princípios da cadeia cinética que estão se tornando uma abordagem bem aceita nas investigações musculoesqueléticas para monitorar a progressão da recuperação funcional em distúrbios do ombro.

## REFERÊNCIAS

- ALIZADEHKHAIYAT, O.; FISHER, A.C.; KEMP, G.J.; FROSTICK, S.P.; Shoulder muscle activation and fatigue during a controlled forceful hand grip task. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v.21, p. 478–482, (2011).
- BARBERO, M.; MERLETTI, R.; RAINOLDI, A. Atlas of muscle innervation zones: understanding surface electromyography and its applications. Springer Science & Business Media, (2012).
- BISHOP, J. Y., SANTIAGO-TORRES, J. E.; *et al.* Smoking Predisposes to Rotator Cuff Pathology and Shoulder Dysfunction: A Systematic Review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, v. 31(8), p. 1598–1605, (2015).
- CODDING, J.L.; KEENER, J. D.; Natural History of Degenerative Rotator Cuff Tears *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 11:77–85. (2018).
- De ORIO, J.K.; COFIELD, R.H.; Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair, *J Bone Joint Surg Am.*1984; 66: 563-567.
- ELJABU, W.; KLINGER, H. M.; KNOCH, M. V.; The natural history of rotator cuff tears: a systematic review, *Arch Orthop Trauma Surg.* (2015).
- ESCAMILLA, R. F.; YAMASHIRO, K.; PAULOS, L.; ANDREWS, J. R.; Shoulder Muscle Activity and Function in Common Shoulder Rehabilitation Exercises, *Sports Med* 39 (8), p. 663-685. (2009).
- ESPIRITO-SANTO, H.; PIRES, A. C.; QUEIROZ GARCIA, I.; DANIEL, F.; SILVA, A.; FAZIO, R.; Preliminary validation of the Portuguese Edinburgh Handedness Inventory in an adult sample. *Applied Neuropsychology: Adult*, 24(3), 275-287, (2017).
- FESS, EE.; MORAN, C.; Clinical Assessment Recommendations. *A. S. Hand Therapy.* (1981).
- GELFAND, I.M., LATASH, M. L.; On the problem of adequate language in biology. In *Structure-function relations in voluntary movement. Vol 2 de Progress in motor control*, ed. M. L. Latash, 209-28. Champaign, IL: Human Kinetics.
- HAWKES, D.; GRANT, D.; McMAHON, J.; *et al.*; Can grip strength be used as a surrogate marker to monitor recovery from shoulder fatigue?. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v.41, p. 139–146, (2018).
- HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; DISSELHORST-KLUG, C.; RAU, G.; Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374, (2000).
- HORSLEY, I.; HERRINGTON, L.; HOYLE, R.; *et al.* Do changes in hand grip strength correlate with shoulder rotator cuff function?. *Shoulder & Elbow*, v. 8(2), p. 124–129, (2016).
- INMAN, V.T.; SAUNDERS, J. B.; Observations of the Function of the Shoulder Joint. *Clin Orthop Relat Res.* v. Sep;(330), p. 3-12. (1996).

JANCUSKA J, MATTHEWS J, MILLER T, KLUCZYNSKI MA, BISSON LJ.; A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Rotator Cuff. *Orthop J Sports Med.* Sep 21;6(9). 2018.

KAPANDJI, A. I.; *Fisiologia Articular – Esquemas comentados de mecânica humana – Membro Superior*, v.1 (2000).

KARJALAINEN, T.V.; JAIN, N.B.; HEIKKINEN, J.; JOHNSTON, R.V.; PAGE, C.M.; BUCHBINDER, R.; Surgery for rotator cuff tears, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 12. Art. No.: CD013502. (2019).

KELLY, B.T.; WILLIAMS, R.J.; CORDASCO, F.A.; *et al.* Differential patterns of muscle activation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, v. 14, n. 2, p. 165-170, (2005).

LEONG, H. T.; FU, S. C.; HE, X.; OH, J. H.; YAMAMOTO, N.; YUNG, S. H. P.; Risk Factors for Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis, *J Rehabil Med* v. 51. 2019.

MAFI, P.; MAFI, R.; HINDOCHA, S.; GRIFFIN, M.; KHAN, W.; A systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *Open Orthopaedic Journal*, n.6, p. 95-102, (2012).

MANDALIDIS, D.; O'BRIEN, M.; Relationship between hand-grip isometric strength and isokinetic moment data of the shoulder stabilisers. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, v.14, p.19-26, (2010).

OH, L. S.; WOLF, B. R.; HALL, M. P.; LEVY, B. A.; MARX, R.G.; Indications for Rotator Cuff Repair: A Systematic Review, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, n.455, p. 52–63. (2007).

OLDFIELD, R. C.; The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97–113 (1971).

OLIVEIRA, F.C.L.; BOUYER, L.J.; AGER, A.; ROY, J-S.; Electromyographic analysis of rotator cuff muscles in patients with rotator cuff tendinopathy: a systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology* (2017).

OPPEWAL, A.; HILGENKAMP, T.I.M.; WIJCK, R.; EVENHUIS, H. M.; The effect of handedness on grip strength in older adults with intellectual disabilities, *Research in Developmental Disabilities* v.34 p.1623–1629. (2013).

ORFALE, A.G.; ARAÚJO, P.M.P.; FERRAZ, M.B.; NATOUR, J.; Translation into Brazilian Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reliability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 38: 293-302 (2005).

PEREIRA, N. D.; MICHAELSEN, S. M.; MENEZES, I. S.; OVANDO, A. C.; LIMA, R. C. M.; TEIXEIRA-SALMELA, L. F.; Reliability of the brazilian version of the Wolf Motor

Function Test in adults with hemiparesis. Rev Bras Fisioter, São Carlos, v. 15, n. 3, p. 257-65, maio/jun. (2011).

RAYNOR, M.B.; KUHN, J.E.; Utility of features of the patient's history in the diagnosis of atraumatic shoulder pain: a systematic review. J Shoulder Elbow Surg, p.1-7, (2015).

SHINOZAKI, N.; SANO, H.; OMI, R.; *et al.* Differences in muscle activities during shoulder elevation in patients with symptomatic and asymptomatic rotator cuff tears: analysis by positron emission tomography. J Shoulder Elbow Surg, p.1-7, (2013).

TEUNIS, T.; LUBBERTS, B.; REILLY, B.T.; A systematic review and pooled analysis of the prevalence of rotator cuff disease with increasing age. J Shoulder Elbow Surg, v.23, p. 1913-1921,(2014).

YAMAMOTO, A.; TAKAGISHI, K.; KOBAYASHI, T.; SHITARA, H.; ICHINOSE, T.; TAKASAWA, E.; SHIMOYAMA, D.; OSAWA, T. The impact of faulty posture on rotator cuff tears with and without symptoms. J Shoulder Elbow Surg. Mar;24(3):446-52, (2015).

VERMILLION, B. C.; LUM, P.S.; LEE, S. W.; Proximal arm kinematics affect grip force-load force coordination, J Neurophysiol 114: p. 2265–2277. (2015).

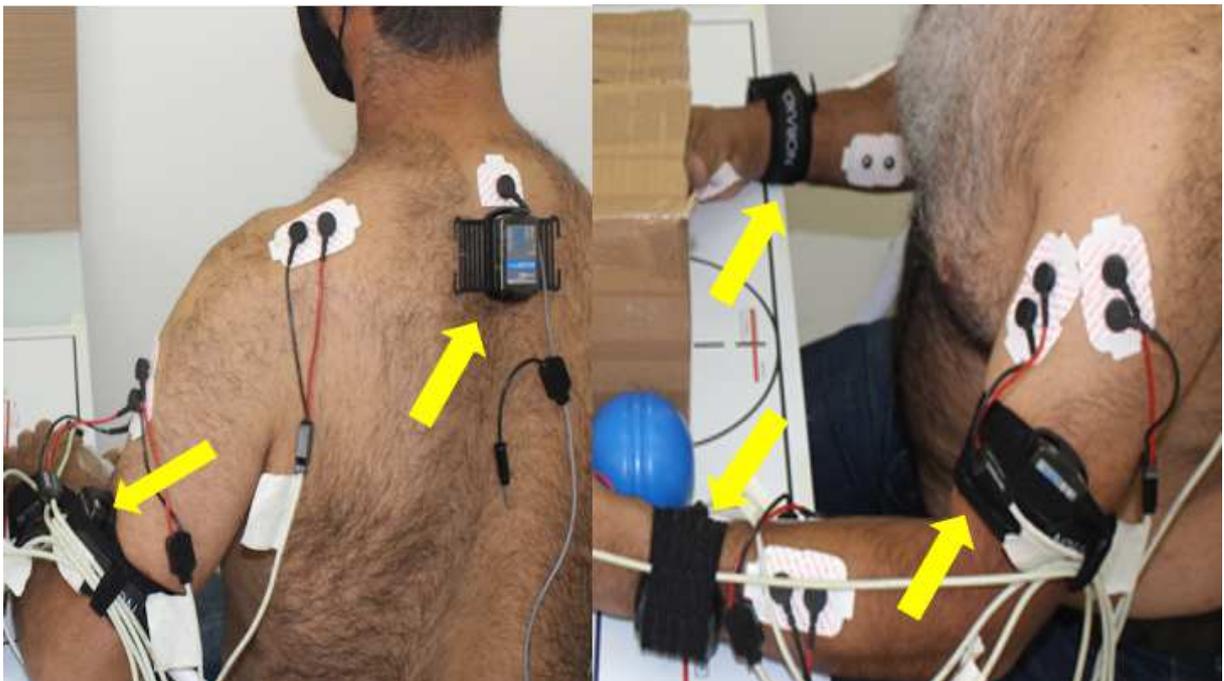
WOLF S. L.; CATLIN P. A.; ELLIS M.; ARCHER A. L.; MORGAN B.; PIACENTINO A.; Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke. Stroke. p. 1635-9, Jul;32(7) (2001).

## ANEXO A – REGISTRO DA CINEMÁTICA DO MEMBRO DURANTE TAREFAS

Foi utilizado o sistema myoMOTION modelo clínico 684-5 da Noraxon, que consiste em um grupo de 5 sensores inerciais de pesquisa capazes de captar movimentos em 3 eixos ortogonais numa frequência de 200 Hz e um receptor clínico modelo 684 que recebe os sinais dos sensores por radiofrequência. O sistema foi conectado a um notebook e os dados processados pelo software myoResearch 3.

Foram colocados sensores inerciais na coluna cervical, especificamente no dorso sobre processo espinal de T1, no 1/3 distal dos braços e punhos direito e esquerdo, em seguida feita a calibragem dos sensores seguindo orientação do software myoResearch 3.

Figura 34 - Vista dorsal e lateral dos sensores inerciais Noraxon instalados (setas amarelas).



Fonte: elaborada pelo autor (2023)

## ANEXO B – ANÁLISE ESTATÍSTICA COMPLEMENTAR

Análise da distribuição normal de dados pelo teste de Shapiro Wilk nos músculos, grupos, lados e tarefas.

Músculo	Trapézio					
Grupo	GC		SDCL		CDCL	
Lado	esquerdo	direito	esquerdo	direito	esquerdo	direito
Tarefa 2 valor p	0,091	0,419	0,262	0,298	0,973	0,232
Tarefa 7 valor p	0,317	0,160	0,364	0,470	0,175	0,249
Tarefa 17 valor p	0,361	0,032*	0,729	0,115	0,273	0,949

Músculo	Deltóide anterior					
Grupo	GC		SDCL		CDCL	
Lado	esquerdo	direito	esquerdo	direito	esquerdo	direito
Tarefa 2 valor p	0,06	0,027*	0,763	0,231	0,676	0,761
Tarefa 7 valor p	0,665	0,143	0,025*	0,460	0,756	0,460
Tarefa 17 valor p	0,281	0,136	0,000*	0,240	0,540	0,078

Músculo	Bíceps braquial					
Grupo	GC		SDCL		CDCL	
Lado	esquerdo	direito	esquerdo	direito	esquerdo	direito
Tarefa 2 valor p	0,557	0,0002*	0,244	0,069	0,209	0,436
Tarefa 7 valor p	0,906	0,065	0,381	0,169	0,383	0,149
Tarefa 17 valor p	0,164	0,414	0,251	0,096	0,414	0,013*

\*valor p < 0,05 : dados não seguiram distribuição normal.

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Análise estatística do desempenho muscular nas tarefas específicas nos lados direito e esquerdo, pelo teste t:

Músculo		Trapézio		
Grupo		GC	SDCL	CDCL
Tarefa 2	Valor t	-0,618	-0,944	-0,040
	Valor p	0,550	0,637	0,969
Tarefa 7	Valor t	-0,301	-0,664	0,109
	Valor p	0,769	0,522	0,915
Tarefa 17	Valor t	-0,259	-0,043	0,109
	Valor p	0,808	0,966	0,915

Músculo		Deltóide anterior		
Grupo		GC	SDCL	CDCL
Tarefa 2	Valor t	1,261	1,045	0,041
	Valor p	0,236	0,321	0,968
Tarefa 7	Valor t	0,512	1,022	0,193
	Valor p	0,620	0,331	0,851
Tarefa 17	Valor t	-0,833	-0,471	0,531
	Valor p	0,424	0,648	0,607

Músculo		Bíceps braquial		
Grupo		GC	SDCL	CDCL
Tarefa 2	Valor t	0,181	-0,002	-0,632
	Valor p	0,860	0,999	0,541
Tarefa 7	Valor t	0,755	0,981	-0,195
	Valor p	0,467	0,350	0,849
Tarefa 17	Valor t	-0,896	1,070	-0,010
	Valor p	0,391	0,310	0,992

Fonte: elaborada pelo autor (2023)

Comparação Dentro da tarefa, mesmo musculo e lado entre os grupos

Tarefa	Músculo	Lado	Grupo	Média	SD	F	P-valor <sup>1</sup>	Tamanho do efeito F
2	Biceps	Direito	CD-L	50,54	34,02	0,36	0,70	0,21
			Controle	59,09	58,82			
			SD-L	39,04	20,22			
		Esquerdo	CD-L	67,08	54,30	0,98	0,39	0,36
			Controle	54,47	20,84			
			SD-L	39,06	14,53			
	Deltoide	Direito	CD-L	87,64	73,26	1,09	0,36	0,38
			Controle	146,98	168,30			
			SD-L	57,54	19,21			
		Esquerdo	CD-L	50,32	33,76	0,40	0,67	0,23
			Controle	59,32	25,67			
			SD-L	45,36	21,11			
Trapézio	Direito	CD-L	88,56	22,93	1,94	0,17	0,50	
		Controle	108,75	46,08				
		SD-L	127,03	27,97				
	Esquerdo	CD-L	89,38	44,64	3,24	0,06	0,65	
		Controle	123,09	33,21				
		SD-L	143,52	32,41				
7	Biceps	Direito	CD-L	73,98	50,85	0,52	0,60	0,26
			Controle	89,63	42,93			
			SD-L	64,49	33,90			
		Esquerdo	CD-L	79,36	44,64	1,77	0,20	0,48
			Controle	75,02	20,02			
			SD-L	49,67	14,79			
	Deltoide	Direito	CD-L	69,67	54,51	0,02	0,97	0,06
			Controle	63,40	33,14			
			SD-L	66,79	45,92			
		Esquerdo	CD-L	64,42	42,66	0,68	0,52	0,30
			Controle	56,16	10,09			
			SD-L	43,80	30,47			
Trapézio	Direito	CD-L	84,98	38,76	0,42	0,66	0,23	
		Controle	104,92	50,45				
		SD-L	103,76	36,41				
	Esquerdo	CD-L	82,53	38,96	1,47	0,26	0,44	
		Controle	113,22	44,79				
		SD-L	115,81	25,51				
17	Biceps	Direito	CD-L	51,13	41,83	0,03	0,97	0,06
			Controle	55,21	12,29			
			SD-L	53,36	22,71			

Deltoide	Esquerdo	CD-L	51,33	23,78	1,82	0,19	0,49
		Controle	65,98	26,74			
		SD-L	41,74	13,88			
	Direito	CD-L	54,35	37,59	0,24	0,78	0,18
		Controle	57,97	27,01			
		SD-L	68,80	44,05			
Trapézio	Esquerdo	CD-L	44,76	23,23	0,49	0,62	0,25
		Controle	76,16	46,14			
		SD-L	101,56	164,62			
	Direito	CD-L	65,98	13,37	0,005	0,99	0,02
		Controle	67,96	39,38			
		SD-L	67,85	52,73			
Esquerdo	CD-L	56,99	28,22	0,44	0,65	0,24	
	Controle	73,51	37,39				
	SD-L	68,91	27,72				

1- P-valor para ANOVA um fator, comparando os três grupos dentro do mesmo músculo e lado

Há diferença entre grupos para força considerando o mesmo lado?

Teste de normalidade Shapiro Wilk

Grupo	Lado	P-Valor
CD-L	Direito	0,85
	Esquerdo	0,62
SD-L	Direito	0,48
	Esquerdo	0,74
Controle	Direito	0,66
	Esquerdo	0,52

ANOVA de um fator para avaliar diferença entre grupos, Teste-T pareado para testar lados dentro do Grupo.

Grupo <sup>1,2</sup>	Lado	CVM
CD-L	Direito <sup>3</sup>	29,7±12,6
	Esquerdo	30,5±13,1
SD-L	Direito <sup>4</sup>	35,4±12,3
	Esquerdo	33,0±10,5
Controle	Direito <sup>5</sup>	33,6±8,4
	Esquerdo	29,6±7,0

1 - (ANOVA One Way para diferença entre grupos para o lado direito. P-Valor = 0,67, Tamanho do Efeito F = 0,23)

2 - (ANOVA One Way para diferença entre grupos para o lado esquerdo. P-Valor = 0,84, Tamanho do Efeito F = 0,15)

3 - (Teste-t pareado para diferenças entre lados dentro do Grupo. P-Valor = 0,70, Tamanho do Efeito d de Cohen: 0,85)

4 - (Teste-t pareado para diferenças entre lados dentro do Grupo. P-Valor = 0,20, Tamanho do Efeito d de Cohen: 2,38)

5 - (Teste-t pareado para diferenças entre lados dentro do Grupo. P-Valor = 0,11, Tamanho do Efeito d de Cohen: 4,03)

## ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PREFERENCIA MANUAL

## Edinburgh Handedness Inventory

(Versão original: Oldfield, 1971) (Adaptação portuguesa: Espírito Santo *et al.*, 2017)\*

Indique qual das mãos usa preferencialmente na execução das atividades que lhe vão ser apresentadas de seguida.

Para tal, coloque um “+” na coluna que corresponde à **mão que usa preferencialmente** na execução dessas atividades.

Quando **a sua preferência for tão forte** que nunca usa a outra mão, a não ser que seja forçado/a, marque “++”.

Se o uso de uma ou de outra **mão for indiferente**, marque “+” **nas duas colunas**.

Algumas atividades exigem o uso de ambas as mãos. Nesses casos, o objeto para o qual deve considerar o uso preferencial da mão é indicado entre parêntesis.

Por favor responda a todas as questões.

Atividades	Mão	
	Esquerda	Direita
Escrever		
Desenhar		
Atirar/Lançar		
Usar a tesoura		
Segurar a escova de dentes		
Cortar com uma faca		
Usar uma colher		
Varrer (cimo da vassoura)		
Segurar num fósforo para o acender/riscar (fósforo)		
Segurar na tampa para abrir uma caixa (tampa)		

**Cotação**

Contabilizam-se 2 pontos em “++” e 1 ponto em “+”

Quociente de lateralidade:  $QL = (D - E / D + E) \times 100$

\*Referência: Espirito-Santo, H., Pires, A. C., Queiroz Garcia, I., Daniel, F., Silva, A., & Fazio, R. (2017). Preliminary validation of the Portuguese Edinburgh Handedness Inventory in an adult sample. *Applied Neuropsychology*:

## ANEXO D – QUESTIONÁRIO DASH ADAPTADO AO BRASIL

## Instruções

Esse questionário é sobre seus sintomas, assim como suas habilidades para fazer certas atividades.

Por favor, responda a todas as questões baseando-se na sua condição na semana passada.

Se você não teve a oportunidade de fazer uma das atividades na semana passada, por favor, tente estimar qual resposta seria a mais correta.

Não importa qual mão ou braço você usa para fazer a atividade; por favor, responda baseando-se na sua habilidade independentemente da forma como você faz a tarefa.

Meça a sua habilidade em fazer as seguintes atividades na semana passada circulando a resposta apropriada abaixo:

	Não houve dificulda de	Houve pouca dificuldade	Houve dificuldade média	Houve muita dificuldad e	Não conseguiu fazer
Abrir um vidro novo ou com a tampa 1.muito apertada	1	2	3	4	5
2.Escrever	1	2	3	4	5
3.Virar uma chave	1	2	3	4	5
4.Preparar uma refeição	1	2	3	4	5
5.Abrir uma porta pesada	1	2	3	4	5
Colocar algo em uma prateleira acima de 6.sua cabeça	1	2	3	4	5
Fazer tarefas domésticas pesadas (por exemplo: 7.lavar paredes, 1 lavar o chão)		2	3	4	5
8.Fazer trabalho de jardinagem	1	2	3	4	5
9.Arrumar a cama	1	2	3	4	5
10 Carregar uma sacola ou uma maleta	1	2	3	4	5
11 Carregar um objeto pesado (mais de 5 kg)	1	2	3	4	5

.					
12					
. Trocar uma lâmpada acima da cabeça	1	2	3	4	5
13					
. Lavar ou secar o cabelo	1	2	3	4	5
14					
. Lavar suas costas	1	2	3	4	5
15					
. Vestir uma blusa fechada	1	2	3	4	5
16					
. Usar uma faca para cortar alimentos	1	2	3	4	5
17 Atividades recreativas que exigem pouco					
. esforço	1	2	3	4	5
(por exemplo: jogar cartas, tricotar)					
18 Atividades recreativas que exigem força					
. ou impacto	1	2	3	4	5
nos braços, ombros ou mãos (por exemplo: jogar					
vôlei, martelar)					
19 Atividades recreativas nas quais você					
. move seu braço	1	2	3	4	5
livremente (como pescar, jogar peteca)					
20 Transportar-se de um lugar a outro (ir de					
. um lugar a outro)	1	2	3	4	5
21					
. Atividades sexuais	1	2	3	4	5
<hr/>					
	Não	Afetou	Afetou	Afetou	Afetou
	afetou	pouco	medianamente	muito	extremame
					nte
<hr/>					
22 Na semana passada, em que ponto o seu					
. problema	1	2	3	4	5

com braço, ombro ou mão afetou suas atividades normais

com família, amigos, vizinhos ou colegas?

	Não limitou	Limitou pouco	Limitou medianamente	Limitou muito	Não conseguiu fazer
23 Durante a semana passada, o seu trabalho ou atividades diárias normais foram limitadas devido ao seu problema com braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
Meça a gravidade dos seguintes sintomas na semana passada:	Nenhum a	Pouca	Mediana	Muita	Extrema
24 Dor no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
25 Dor no braço, ombro ou mão quando você fazia atividades específicas	1	2	3	4	5
26 Desconforto na pele (alfinetadas) no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
27 Fraqueza no braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
28 Dificuldade em mover braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5

	Não houve dificulda de	Pouca dificuldade	Média dificuldade	Muita dificuldad e	Tão difícil que você não pôde dormir
29. Durante a semana passada, qual a dificuldade que você teve para dormir por causa da dor no seu braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5

Discordo totalment e      Discordo      Não concordo nem discordo      Concordo      Concordo totalmente

30 Eu me sinto menos capaz, menos confiante e menos útil por causa do meu problema com braço, ombro ou mão	1	2	3	4	5
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---	---	---

As questões que se seguem são a respeito do impacto causado no braço, ombro ou mão quando você toca um instrumento musical, pratica esporte ou ambos.

Se você toca mais de um instrumento, pratica mais de um esporte ou ambos, por favor, responda com relação ao que é mais importante para você.

Por favor, indique o esporte ou instrumento que é mais importante para você:

Eu não toco instrumentos ou pratico esportes (você pode pular essa parte)

Por favor circule o número que melhor descreve sua habilidade física na semana passada. Você teve alguma dificuldade para:	Fácil	Pouco difícil	Dificuldade média	Muito difícil	Não conseguiu fazer
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------	------------------	----------------------	------------------	---------------------------

1 Uso de sua técnica habitual para tocar . instrumento ou praticar esporte?	1	2	3	4	5
2 Tocar o instrumento ou praticar o esporte . por causa de dor no braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
3 Tocar seu instrumento ou praticar o esporte . tão bem quanto você gostaria?	1	2	3	4	5
4 Usar a mesma quantidade de tempo tocando . seu instrumento ou praticando o esporte?	1	2	3	4	5

As questões seguintes são sobre o impacto do seu problema no braço, ombro ou mão em sua habilidade em trabalhar (incluindo tarefas domésticas se este é seu principal trabalho).

Por favor, indique qual é o seu trabalho:



Eu não trabalho (você pode pular essa parte)

Por favor, circule o número que melhor  
descreve sua

habilidade física na semana passada. Você  
teve alguma

dificuldade para:

Fácil	Pouco difícil	Dificuldade média	Muito difícil	Não conseguiu fazer
-------	------------------	----------------------	------------------	---------------------------

1 Uso de sua técnica habitual para seu . trabalho?	1	2	3	4	5
2 Fazer seu trabalho usual por causa de dor . em seu braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
3 Fazer seu trabalho tão bem quanto você . gostaria?	1	2	3	4	5

4 Usar a mesma quantidade de tempo fazendo  
. seu trabalho? 1 2 3 4 5

#### Cálculo do escore do DASH

Para se calcular o escore das 30 primeiras questões, deverá ser utilizada a seguinte fórmula:  
(Soma dos valores das 30 primeiras questões - 30)/1,2

Para o cálculo dos escores dos módulos opcionais, estes deverão ser calculados  
separadamente, utilizando a seguinte fórmula: (Soma dos valores - 4)/0,16

**ANDRÉ LUIZ PINTO DA SILVA****Desempenho muscular em indivíduos com e sem lesão do manguito rotador em tarefas de alcance e preensão**

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

Aprovada em 28 de abril de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Marco Antonio Cavalcanti Garcia** - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Profa. Dra. Anaelli Aparecida Nogueira Campos** - Coorientadora  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Profa. Dra. Silvana Terezinha Faceroli** - Coorientadora  
Instituto Federal Sudeste -MG

**Prof. Dr. Diogo Simões Fonseca**  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Valdeci Manoel de Oliveira**  
Universidade Federal de Juiz de Fora

**Prof. Dr. Thiago Lemos de Carvalho**  
Centro Universitário Augusto Mota

Juiz de Fora, 18/04/2023.



Documento assinado eletronicamente por **Marco Antônio Cavalcanti Garcia, Professor(a)**, em 02/05/2023, às 09:12, 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 02/05/2023, às 10:59, 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 **Valdeci Manoel de Oliveira, Professor(a)**, em 02/05/2023, às 11:17, 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 **Silvana Terezinha Faceroli, Usuário Externo**, em 02/05/2023, às 19:15, 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 **Anelli Aparecida Nogueira Campos, Professor(a)**, em 03/05/2023, às 18:27, 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 **Thiago Lemos de Carvalho, Usuário Externo**, em 11/05/2023, às 10:56, 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 **1241242** e o código CRC **88A6527A**.

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Silva, André Luiz Pinto .

Desempenho muscular em indivíduos com e sem lesão do manguito rotador em tarefas de alcance e preensão / André Luiz Pinto Silva. -- 2023.  
60 p.

Orientador: Marco Antonio Cavalcanti Garcia

Coorientadoras: Anaelli Aparecida Nogueira Campos, Silvana Terezinha Faceroli

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional, 2023.

1. Articulação do ombro. 2. Lesões do manguito rotador. 3. Eletromiografia. 4. Atividade motora. 5. Dinamometria. I. Garcia, Marco Antonio Cavalcanti , orient. II. Campos, Anaelli Aparecida Nogueira , coorient. III. Faceroli , Silvana Terezinha , coorient. IV. Título.