

Diogo Rodrigues Fiabilidade Teste-reteste e Erro
Padrão de Medida da
Eletromiografia de Superfície na
Avaliação da Atividade
Muscular do Ombro

Dissertação de Mestrado em
Fisioterapia em Condições Músculo-
Esqueléticas

Relatório de Projeto de Investigação

Professora Doutora Rita Fernandes
Professor Marco Jardim

Janeiro 2022

Relatório do Projeto de Investigação apresentado para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas, realizado sob orientação científica de Professora Doutora Rita Fernandes e co-orientação do Professor Marco Jardim.

Declarações

Declaro que este relatório de Projeto de Investigação é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e bibliografia.

O candidato,

(Diogo Marques Rodrigues)

Setúbal, __ de _____ de _____

Declaro que este Relatório de Projeto de Investigação se encontra em condições de ser apresentado a provas públicas.

O(A) orientador(a),

(Professora Doutora Rita Fernandes)

Setúbal, __ de _____ de _____

AGRADECIMENTOS

Só é possível estar a escrever estes agradecimentos, no final desta longa jornada de desenvolvimento profissional e pessoal, graças a algumas pessoas que fazem parte da minha vida. Se me esqueci de alguém especial durante a escrita destes agradecimentos, não levem a peito, se me conhecem sabem que é da minha maneira de ser e que não foi por mal.

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha família, particularmente aos meus pais, aos meus tios e primos queridos e aos meus avós, avô “Zé”, avó Marília, avó Nazária e avô Raimundo por sempre apoiarem as minhas decisões e por sempre me darem as melhores condições para o fazer. Apesar de 300km que nos separam, estão sempre presentes e não deixam que me falte nada, principalmente comida no congelador. Um obrigado ao avô Raimundo que onde quer que esteja, com certeza que estará orgulhoso de ver um dos seus netos tornar-se Mestre.

À minha namorada, amiga e colega Sara, pela paciência em me aturar e pela companhia no sofá durante as longas noites de escrita. Agradeço também os seus ensinamentos de Excel que tanto facilitaram o avanço desta tese.

A todos os professores que fizeram parte desta jornada, em especial aos meus orientadores professora Rita Fernandes e professor Marco Jardim por terem aguentado as “bacoradas” ao longo do documento e por as terem ajudado a corrigir.

A todos os meus colegas e amigos de turma que conheci e me acompanharam, em especial aos meus caros amigos Luís Guilherme e Paulo Clemente, que tanto partilhamos juntos em sala de aula e fora dela. Viva as francesinhas!

A todos os meus amigos que me fazem companhia e me apoiam quando preciso de alguma coisa, em especial ao meu querido “irmão” de Lagos, Paulo Costa e ao meu Ubuntu, David Vieira.

Ao Miguel Galego, que conheci durante a Licenciatura e que ainda hoje me acompanha em qualquer ocorrência, sendo a “família” que tenho em Lisboa.

Por último, mas não menos importante, Pedro dos Santos, o meu parceiro e companheiro neste final de jornada que me manteve motivado e me ajudou em todo este processo.

RESUMO

Fiabilidade Teste-reteste e Erro Padrão de Medida da Eletromiografia de Superfície na Avaliação da Atividade Muscular do Ombro.

Diogo Rodrigues; Marco Jardim; Rita Fernandes

PALAVRAS-CHAVE: fiabilidade teste-reteste; EPM; DMD; ombro; eletromiografia de superfície

Introdução: As lesões no ombro são a principal causa de anos vividos com incapacidade e constituem-se como a terceira condição músculo-esquelética (ME) mais prevalente no mundo. Alterações na atividade da musculatura escapular durante os movimentos do ombro têm vindo a ser reportadas em população diagnosticada com lesões no ombro, existindo a necessidade de desenvolver métodos de avaliação objetivos, fiáveis e reprodutíveis que permitam a identificação e classificação dos padrões de recrutamento muscular na população clínica. A eletromiografia de superfície (EMGs) permite a recolha de sinais bioelétricos musculares e é um método bastante utilizado em investigação e cada vez mais em contexto clínico, contudo, é escassa a informação sobre as propriedades psicométricas dos sistemas EMGs utilizados. **Objetivo:** Avaliar a fiabilidade teste-reteste inter e intra-avaliador, o erro padrão de medida (EPM) e a diferença mínima detetável (DMD) de um sistema de EMGs (Physioplux) durante a contração voluntária máxima (CVM) do ombro e a realização de tarefas funcionais, em indivíduos saudáveis. **Metodologia:** Foram recolhidos dados eletromiográficos dos músculos trapézio superior (TS), trapézio inferior (TI) e grande dentado (GD) de uma amostra de 23 participantes durante a realização de tarefas funcionais. Cada sujeito foi avaliado em dois momentos, separados em média por 6 dias. Os dados eletromiográficos foram normalizados pela CVM e foi calculada a %CVM durante a realização das tarefas. Para aferir sobre a fiabilidade e concordância foram calculados os valores de coeficiente de correlação intraclassa (CCI) e respetivos 95% intervalos de confiança (IC), os valores de EPM e de DMD, assim como os 95% limites de concordância (LDC). **Resultados:** Obtiveram-se valores de CCI entre 0.27 e 0.80 para a CVM, sendo o GD o único com valor acima de 0.7 (0.80, 95% IC 0.53 a 0.91) em ambas as avaliações (inter e intra-avaliador). O EPM e a DMD da CVM variaram entre 0.21mV – 0.28mV e 0.60mV - 0.76mV, respetivamente. Para a %CVM nas tarefas em teste, os valores de CCI variaram entre 0.40 e 0.94. O EPM e a DMD da %CVM variaram entre 1.25% - 7.87% e 3.48% - 21.83%, sendo o GD o único músculo com valores de fiabilidade acima de 0.70, no entanto foi o que apresentou menor concordância durante a realização das tarefas. **Discussão e Conclusão:** O EMG da *Physioplux* identifica-se como um sistema moderadamente fiável, sendo necessário prudência na sua utilização em contexto de investigação e clínico. De uma forma geral, diferenças relativamente pequenas (máximo de 10%) ao longo do tempo podem ser interpretadas como mudanças reais no indivíduo, com exceção do GD.

ABSTRACT

Test-retest reliability and measurement error of surface electromyography in the evaluation of shoulder muscle activity

Diogo Rodrigues; Marco Jardim; Rita Fernandes

KEYWORDS: test-retest reliability; SEM; MDC; shoulder; surface electromyography

Introduction: Shoulder injuries are the major cause of years lived with disability and are the third most prevalent musculoskeletal condition in the world. Changes in scapular muscle activity during motion of the shoulder have been reported in the population diagnosed with a shoulder injury, therefore, there's a need to develop evaluation methods that are reliable and reproducible which will allow the identification and classification of muscle recruitment patterns in clinic population. Surface electromyography (EMGs) allows the collection of muscle bioelectrical data being widely used in investigation and the use in clinical settings is growing. However, information regarding the reliability of the instruments used is scarce. **Aim:** Evaluate inter and intra-rater test-retest reliability, standard error of measurement (SEM) and minimal detectable change (MDC) of an EMGs system during maximum voluntary contraction (MVC) of the shoulder and during the performance of functional tasks in healthy individuals. **Methodology:** Data regarding electromyographical activity of upper (UT) and lower trapezius (LT) and serratus anterior (SA) was collected from a sample of 23 participants during the performance of functional tasks. Each subject was evaluated in two different moments, separated by a mean of 6 days. MVC was used for the normalization of the signals and the MVC% was calculated during each task performance. Intraclass correlation coefficient (ICC) values and their respective 95% confidence intervals (CI), as well as the SEM values, the 95% limits of agreement (LOA) and the MDC were calculated. **Results:** ICC values ranged from 0.27 and 0.80 for the MVC, with SA being the only muscle above 0.70 (0.80, 95% CI 0.53 to 0.91) in both inter and intra-rater evaluations. SEM and MDC from the MVC ranged between 0.21mV to 0.28mV and 0.60mV to 0.76mV, respectively. Regarding the MVC% during tasks performance, ICC values ranged from 0.40 to 0.94. SEM and MDC ranged from 1.25% to 7.87% and 3.48% to 21.83%, with SA being the only muscle with simultaneously ICC values above 0.70 and the highest SEM and MDC values during the performance of the tasks. **Discussion and Conclusion:** *Physioplux's* EMG appears to show moderate reliability; however, caution is needed when using it both research and clinical context. In general, and with the exception for the SA, relatively small changes (10% maximum) over time can be interpreted as real changes.

Índice

1. Introdução.....	1
2. Metodologia.....	7
2.1. Tipo de estudo	7
2.2. Cálculo da amostra.....	7
2.3. Participantes	7
2.4. Instrumento utilizado	8
2.5. Procedimentos	9
2.5.1. Protocolo de Recolha	10
2.5.2. Descrição das Tarefas / Atividades de Teste.....	13
2.6. Processamento dos dados	15
2.7. Análise estatística	15
2.8. Questões éticas	16
3. Resultados	17
3.1. Caracterização da amostra.....	17
3.2. Fiabilidade e concordância inter-avaliador	17
3.3. Fiabilidade e concordância intra-avaliador	22
4. Discussão de resultados	26
4.1. Fiabilidade teste-reteste e concordância da CVM	26
4.2. Fiabilidade teste-reteste e concordância da %CVM	29
4.3. Contributo e limitações do estudo	34
5. Conclusão	36
6. Referências Bibliográficas	37

7. Apêndice	45
Apêndice I.....	45
Cartaz digital de divulgação do estudo.....	45
Apêndice II.....	46
Manual de recrutamento.....	46
Apêndice III	49
Carta explicativa	49
8. Anexos	54
Anexo I	54
Parecer da Comissão Especializada de Ética em Investigação da ESS/IPS (CEEI-ESS-IPS).....	54

Lista de Abreviaturas

CCI - Coeficiente de correlação intraclasse

CVM - Contração voluntária máxima

%CVM – Percentagem da contração voluntária máxima

DA - Deltoide anterior

DMD - Diferença mínima detetável

ECD – Exames complementares de diagnóstico

EMG – Eletromiográfico

EMGs - Eletromiografia de superfície

EPM - Erro padrão de medida

GD - Grande dentado

IC - Intervalo de confiança

LDC – Limites de concordância

mV – Milivolts

ME – Músculo-esqueléticas

PIB – Produto interno bruto

RMS – *Root Mean Square*

TI – Trapézio inferior

TS – Trapézio Superior

1. Introdução

Entre 1990 e 2016, houve um aumento de 61.6% dos anos vividos com incapacidade (DALY – *Disability-adjusted life years*) devido a problemas do foro músculo-esquelético. Em 2016, estas condições foram classificadas como a segunda maior causa de anos vividos com incapacidade (Briggs et al., 2018). Uma análise dos dados sobre o estudo feito em 2019 da carga global da doença (*Global Burden of Disease*) demonstra que 2.41 bilhões de pessoas beneficiariam de serviços de reabilitação. Condições músculo-esqueléticas (ME) englobam 2/3 desses casos, contabilizando aproximadamente 1.71 bilhões de pessoas que sofrem deste tipo de lesões (Cieza et al., 2020).

Na União Europeia, as lesões ME constituem o maior problema de saúde relacionado com o trabalho, sendo as regiões do corpo mais afetadas a coluna lombar e o membro superior (Kok et al., 2019). Em 2015, 54% dos trabalhadores portugueses reportaram pelo menos uma lesão ME relacionada com a sua atividade. Na Alemanha, em 2016, houve uma perda de produção associada ao absentismo no valor de 30.4 bilhões de Euros, que representa 1% do valor do produto interno bruto (PIB) do país (Kok et al., 2019). Nos Estados Unidos da América (EUA), por sua vez, despesas relacionadas com patologias músculo esqueléticas representam 1.4% do PIB do país (Littlewood, May, & Walters, 2013).

As lesões no ombro são a principal causa de anos vividos com incapacidade e constituem-se como a terceira condição ME mais prevalente no mundo, com uma incidência anual de 29.3 por cada 1000 indivíduos, com uma prevalência anual de 41.2 - 48.4 por cada 1000 pessoas e com prevalência ao longo da vida que pode chegar até aos 66.7% (Greving et al., 2012; Imagama et al., 2020; Luime et al., 2004). O género feminino é mais suscetível à lesão e a faixa etária mais afetada situa-se entre os 45-64 anos (Greving et al., 2012; Jordan et al., 2010). Por toda a Europa estima-se que a prevalência de dor no ombro seja de cerca de 19% (Pribicevic, 2012). Nos EUA, o ombro corresponde à segunda articulação mais comum para o desenvolvimento de dor crónica, apenas atrás do joelho (Initiative, 2015).

Relativamente aos custos associados a estas disfunções, eles são elevados e incluem custos de tratamento e salários perdidos. No Reino Unido foi feito um levantamento dos dias de trabalho perdidos devido a baixa por lesões no membro superior, contabilizando um total de 4.2 milhões de dias, correspondendo a 42% do total de dias de baixa no trabalho no ano

da recolha dos dados. Um estudo realizado no mesmo país demonstrou que aproximadamente 1% dos adultos consultam o seu médico com custos estimados de 310 milhões de libras nos primeiros 6 meses após início de sintomatologia e que os custos para procedimentos cirúrgicos foram estimados em aproximadamente 30 milhões libras por ano. (Littlewood, 2012).

Embora não exista um consenso sobre a etiologia das lesões não-traumáticas do ombro, sendo esta multifatorial, alguns fatores têm vindo a ser sugeridos procurando também justificar a persistência dos sintomas, já que 40% dos casos persistem por mais de um ano com elevadas taxas de recidiva e cronicidade dos sintomas (Hill, Gill, Shanahan, & Taylor, 2010; Luime et al., 2004). Alterações no controlo neuromuscular e na coordenação da atividade muscular têm sido apontadas como possíveis causas. Uma ativação apropriada e coordenada da musculatura da coifa dos rotadores em conjunto com os músculos escapulo torácicos – trapézio superior (TS), trapézio inferior (TI) e grande dentado (GD) - é fundamental para a estabilidade do ombro, através do aumento da congruência articular entre a cabeça do úmero e a cavidade glenoide e para a mobilidade e estabilidade da escápula ao longo dos movimentos do membro superior (de Oliveira, Bouyer, Ager, & Roy, 2017; Kibler, Thomas, & Sciascia, 2019; Lewis, 2015; Seitz & Uhl, 2012; Struyf et al., 2014).

A disfunção destes músculos pode levar a alterações do recrutamento motor normal, alterando o controlo dinâmico articular e comprometendo a harmonia de movimentos, podendo contribuir para um maior risco de lesão e consequente disfunção, resultante de uma alteração na biomecânica da articulação (Carvalho, 2019; Paine & Voight, 2013).

Estudos que compararam a atividade eletromiográfica da musculatura do ombro em diferentes tarefas em indivíduos diagnosticados com patologias de ombro e indivíduos saudáveis, chegaram a conclusões semelhantes no que toca ao padrão de recrutamento dos músculos avaliados. Estes trabalhos evidenciaram um aumento de atividade do TS e uma diminuição de atividade do TI e do GD, bem como um aumento do seu tempo de latência (Chester, Smith, Hooper, & Dixon, 2010; Cools, Witvrouw, Declercq, Danneels, & Cambier, 2003; Leong, Ng, Chan, & Fu, 2017; Struyf et al., 2014). Estes dados podem ajudar a explicar o porquê de se notar uma supremacia de atividade do TS, bem como um padrão

compensatório muito comum de elevação do ombro em pacientes com lesões desta articulação.

É então necessário o desenvolvimento de métodos de avaliação objetivos, fiáveis e reprodutíveis, que permitam a identificação e classificação dos padrões de recrutamento na população clínica, ajudando o fisioterapeuta no seu processo de tomada de decisão com vista à diminuição/restauração dessas alterações neuromusculares permitindo também uma monitorização contínua ao longo do processo de reabilitação.

Os sinais bioelétricos oferecem uma grande oportunidade para o estudo da variedade de fenómenos associados com os órgãos que os produzem, potenciando também a obtenção de dados clínicos com vista ao diagnóstico, à monitorização do progresso dos utentes e à documentação da efetividade dos procedimentos (Merletti, Campanini, Rymer, & Disselhorst-Klug, 2021).

A eletromiografia de superfície (EMGs) é um método não-invasivo que permite a obtenção desses sinais bioelétricos, pois fornece informação direta sobre os processos fisiológicos e sobre o envolvimento muscular durante tarefas ocupacionais quotidianas (De Luca, 1997; Mathiassen, Winkel, & Hägg, 1995). Este método permite avaliar e discriminar tempos de ativação muscular, quantificar de forma absoluta a atividade elétrica do(s) músculo(s) em estudo e quantificar de forma relativa a atividade elétrica muscular tendo em conta valores de referência (De Luca, 1997; Mirka, 1991).

No entanto, parecem existir algumas barreiras para a disseminação da sua utilização em contexto clínico. Até muito recentemente, a EMGs era usada exclusivamente para fins de investigação, devido ao elevado custo e à complexidade dos instrumentos e à falta de profissionais qualificados para a sua implementação prática (Feldner, Howell, Kelly, McCoy, & Steele, 2019; Merletti et al., 2021).

Atualmente, a sua aplicabilidade a nível clínico tem vindo a ser cada vez maior, devido ao desenvolvimento de sistemas de EMGs mais portáteis, menos dispendiosos e com *softwares* capazes de adquirir e processar sinais mioelétricos em tempo real (Jang et al., 2018; Khoddami, Talebian, Izadi, & Ansari, 2017; Lynn, Watkins, Wong, Balfany, & Feeney, 2018). Apesar deste crescente uso quer a nível de investigação, quer a nível clínico, a validade e utilidade dos sistemas EMGs está dependente da sua reprodutibilidade. Vários

estudos eletromiográficos (EMG) têm sido desenvolvidos com o objetivo de avaliar os padrões de ativação muscular normais e possíveis alterações nos padrões de ativação muscular em indivíduos com lesão no ombro (Cools et al., 2003; Diederichsen et al., 2009; Hawkes et al., 2012; Huang, Ou, Huang, & Lin, 2015; Struyf et al., 2014), como também com o propósito de estudar a fiabilidade de diferentes métodos de normalização do sinal EMG (Ball & Scurr, 2010; Cid, Januario, Zanca, Mattiello, & Oliveira, 2018; Ha, Cynn, Kwon, Park, & Kim, 2013; McDonald, Sonne, & Keir, 2017; Rota, Rogowski, Champely, & Hautier, 2013), sendo escassa a informação sobre a reprodutibilidade dos sistemas EMGs utilizados.

Os resultados dos estudos de reprodutibilidade têm como objetivo fornecer informação sobre a quantidade de erro inerente ao instrumento (Kottner et al., 2011), permitindo determinar se um instrumento é capaz de reproduzir resultados semelhantes, em condições de avaliação diferentes (alterações temporais e/ou avaliadores diferentes), e engloba dois conceitos importantes: fiabilidade e concordância (de Vet et al., 2006a).

Um instrumento é considerado fiável se for capaz de distinguir sujeitos com características diferentes, independentemente do erro do instrumento, estando diretamente relacionado com a heterogeneidade da amostra em estudo (de Vet et al., 2006a). O seu resultado é apresentado sob forma de um coeficiente, como por exemplo o coeficiente de correlação intraclasse (CCI), cujos valores podem variar entre 0 e 1 (Kimberlin & Winterstein, 2008). Valores de CCI abaixo de 0.5 representam uma pobre fiabilidade e acima de 0.9 uma excelente fiabilidade (Koo & Li, 2016). Em contexto de investigação, valores de CCI de 0.7 são considerados como valores mínimos de referência, enquanto para utilização em contexto clínico, um instrumento deve ter pelo menos um valor de 0.9. (Kottner et al., 2011). Dentro do conceito de fiabilidade, podemos distinguir entre fiabilidade intra e inter-avaliador. A primeira refere-se à correlação entre medições realizadas ao mesmo indivíduo, pelo mesmo avaliador, utilizando o mesmo instrumento em dois momentos de avaliação diferentes; a segunda relaciona-se com medições realizadas ao mesmo indivíduo, por avaliadores diferentes, utilizando o mesmo instrumento (Kimberlin & Winterstein, 2008).

O conceito de concordância corresponde à semelhança dos resultados obtidos em diferentes medições e está diretamente relacionada com o erro padrão de medida (EPM).

Desta forma, quanto menor for o EPM, maior a capacidade de um dado instrumento distinguir alterações em medições repetidas, sendo maior a sua concordância (Kottner et al., 2011).

O EPM indica a dispersão dos resultados de um teste em relação ao valor “real” desse mesmo teste (de Vet et al., 2006a), sendo inversamente proporcional ao CCI. Assim, quanto menor for o EPM, maior o CCI, o que representa uma medição mais perto do valor “real”. Para um CCI igual a 1 o EPM é 0 (de Vet et al., 2006a; Thompson & Wesolowski, 2018). Contudo, este valor é totalmente independente da variabilidade entre os sujeitos.

Também relacionado com o EPM, está o conceito de diferença mínima detetável (DMD) que representa a diferença mínima que supera o erro padrão de medida, podendo também ser denominada de diferença mínima real (de Vet et al., 2006b). No fundo, indica se a diferença obtida entre duas avaliações consecutivas é real ou resultado de erros de medição ou viéses do avaliador.

À data, poucos estudos foram realizados com o âmbito de determinar a reprodutibilidade da eletromiografia de superfície aquando da avaliação de músculos do ombro.

Seitz e Uhl, (2012) mediram a fiabilidade teste-reteste intra-observador dos músculos TS, TI, GD e deltóide anterior (DA) de 16 adultos saudáveis durante um movimento de levante de peso acima da cabeça. Normalizaram o sinal através de CVM, tendo obtido valores de CCI, EPM e DMD a variarem entre 0.36 - 0.89, 85mV – 223mV e 121mV – 316mV, respetivamente, sendo o TS o músculo menos fiável e menos concordante. Para a %CVM obtiveram valores de fiabilidade entre 0.59 (DA) e 0.86 (GD) com valores de EPM e DMD a variarem entre 2.3% – 8.3% e 3.2% – 11.7%, respetivamente. Não foram apresentados os valores dos intervalos de confiança (IC) do CCI, nem os limites de concordância (LDC).

Andersen e colegas (2014) avaliaram a fiabilidade teste-reteste intra-observador e inter-dia (1-3 dias) da medição da atividade muscular do TS e DA, numa amostra de 24 indivíduos saudáveis. Utilizaram o método de CVM para a normalização do sinal e realizaram tarefa de flexão máxima do ombro no plano sagital. Obtiveram valores de CCI de 0.86 (95% IC 0.70 a 0.94) no TS e 0.79 (95% IC 0.48 a 0.91) no DA para a CVM e 0.96

(95%IC 0.91 a 0.98) e 0.86 (95% IC 0.86 a 0.97) no TS e DA, respetivamente, para a tarefa de flexão. Sobre os valores dos intervalos dos limites de concordância (LDC) a 95% obtidos na tarefa de flexão, estes variaram entre -21.61% a 18.21% e -20.72% a 44.86%, para o TS e DA, respetivamente. Não foi calculado o EPM das medidas nem a DMD.

Outro estudo avaliou a fiabilidade teste-reteste (intra-dia) com análise do movimento de abdução completa do ombro no plano frontal, medindo a capacidade máxima e intensidade da contração (Grime, Daines, Pringle, Heang, & Ribeiro, 2018), recorrendo a uma amostra de 20 sujeitos saudáveis. Os músculos avaliados foram: TS, TI, DA, deltóide médio, deltóide posterior, supra-espinhoso, infra-espinhoso, grande peitoral e grande dorsal. Os valores de CCI variaram entre 0.87 (95% IC 0.67 a 0.95) e 0.98 (95% IC 0.95 a 0.99) na fase concêntrica, sendo que na fase excêntrica do movimento obtiveram-se valores de CCI tendencialmente mais baixos, variando entre 0.65 (95% IC 0.11 a 0.86) e 0.97 (95% IC 0.93 a 0.99). Para além dos valores de fiabilidade, foi calculado também o EPM da %CVM que variou entre 8.6% e 24.4%. Não foram apresentados resultados sobre o CCI da CVM, nem sobre a DMD.

De forma geral, os estudos consideraram a eletromiografia de superfície uma metodologia fiável com capacidade para detetar alterações de atividade muscular nos músculos avaliados, durante as tarefas em estudo.

Apesar da investigação existente sobre o estudo da reprodutibilidade da EMGs na avaliação de diversos músculos do ombro durante a realização de diferentes movimentos/tarefas, nem sempre este estudo é aprofundado ou mesmo realizado antes de um novo equipamento ser lançado no mercado. Desta forma, e tendo em conta a crescente utilização da EMGs em contexto clínico e de investigação, é importante proceder ao estudo da respetiva fiabilidade e concordância sempre que um novo equipamento é introduzido.

Assim, este estudo tem como objetivo estudar as propriedades psicométricas de um sistema de EMGs com utilização crescente em contexto clínico (PLUX Wireless Biosignals, 2016), nomeadamente, determinar a sua fiabilidade teste-reteste, o erro padrão de medida e a diferença mínima detetável durante a CVM e realização de tarefas de diagonal para flexão, atividade balística e flexão do ombro a 90°, em indivíduos saudáveis.

2. Metodologia

2.1. Tipo de estudo

Para cumprir os objetivos propostos, foi realizado um estudo prospetivo do tipo teste-reteste (intra e inter-avaliador).

2.2. Cálculo da amostra

O tamanho da amostra foi calculado a partir dos estudos de Walter, Eliasziw, & Donner, (1998), Giraudeau & Mary, (2001) e Kottner et al., (2011). O método apresentado permite a seleção do número de participantes tendo em conta a quantidade de avaliações que serão realizadas em cada participante e os valores de CCI da hipótese nula (ρ_0) e da hipótese em estudo (ρ_1).

Para valores de CCI estimados acima de 0.7, Walter et al., (1998) recomendam 2 avaliações por participante, o que também foi corroborado por Giraudeau e Mary, (2001).

Para o presente estudo, o valor de ρ_0 considerado foi de 0.7 e o valor de ρ_1 foi de 0.9.

Assim, tendo em conta os valores acima referidos (quantidade de avaliações = 2; ρ_0 = 0.7; ρ_1 = 0.9), o número estimado da amostra foi de 18 participantes. Contudo, para aumentar a precisão e considerando a possibilidade de *drop-outs*, foram recrutados 24 sujeitos.

2.3. Participantes

Foi recrutada uma amostra não-probabilística por conveniência de 24 indivíduos, a partir da comunidade em geral. Foram considerados elegíveis indivíduos adultos saudáveis, com idades compreendidas entre os 18 e os 64 anos, que sabiam ler e escrever português europeu. Como critérios de exclusão, consideraram-se todos aqueles que apresentassem qualquer condição clínica/patologia (músculo-esquelética, neurológica, pulmonar ou cardíaca) central ou periférica; indivíduos com sintomas que pudessem afetar a realização dos exercícios em estudo (Andersen, Christensen, Samani, & Madeleine, 2014; Norcross, Troy Blackburn, & Goerger, 2010); lesão no membro superior dominante, coluna cervical

e/ou torácica durante os 2 anos prévios à inclusão do estudo; e indivíduos com historial clínico de tratamentos conservadores e/ou cirúrgicos para qualquer lesão no ombro até à data de participação no estudo (Andersen et al., 2014; Hackett, Reed, Halaki, & Ginn, 2014; Johnson, Halaki, & Ginn, 2011).

Para o recrutamento da amostra, foi realizada a divulgação do estudo através do envio de emails, pelo do endereço eletrónico criado para o projeto, e através das redes sociais do IPS e dos investigadores principais, onde constavam informações num cartaz digital sobre o estudo (Apêndice I), as características dos potenciais participantes e procedimentos de participação. Os interessados entraram em contacto com os investigadores, sendo-lhes posteriormente enviada a documentação necessária, incluindo um questionário para uma primeira verificação de elegibilidade. Finalizado o processo de recrutamento, foi acordada uma data e hora com os participantes, tanto para o primeiro como para o segundo momento de avaliação, para que estes comparecessem na Clínica Flexus, em Lisboa, com o objetivo de confirmar a sua elegibilidade por parte do investigador principal e dar-se início à recolha dos dados. Todo este processo ficou a cargo dos investigadores principais e encontra-se descrito no Manual de Recrutamento (Apêndice II)

2.4. Instrumento utilizado

Os dados eletromiográficos foram recolhidos com recurso a um sistema eletromiográfico de superfície portátil, frequentemente utilizado na prática clínica dos fisioterapeutas (*Biosignalsplux – PLUX Wireless Biosignals SA*). Este sistema possibilita a aquisição e processamento de sinais mioelétricos em tempo real através de um software online (*OpenSignals (r)evolution, PLUX – Wireless Biosignals SA*) disponibilizando diferentes *outputs*, entre os quais valores de contração voluntária máxima e *Root Mean Square* (RMS) - média da amplitude do sinal.

Assim utilizou-se o referido sistema para aquisição dos sinais eletromiográficos, onde foram utilizados elétrodos descartáveis, com superfícies de deteção com 24mm de diâmetro, redondos, em tecido não-tecido, autoadesivos, pré-gelificados, com conector de encaixe de 3.9mm de diâmetro, colocados numa configuração bipolar diferencial com uma distância entre elétrodos de 10mm e de 20mm inter-elétrodos de centro a centro. Estes elétrodos encontram-se ligados à unidade EMG portátil (*Biosignalsplux – PLUX Wireless*

Biosignals AS) com 4 sensores ativos com ganho de 1000, CMRR de 110dB, banda passante de 25-500Hz. O aparelho foi usado numa configuração com ritmo de amostragem de 1000Hz, 12-bit de resolução. Utilizou-se o programa *OpenSignals (r)evolution (PLUX-Wireless Biosignals SA)* para aquisição e visualização do sinal eletromiográfico através de ligação Bluetooth do aparelho portátil a um computador até uma distância de 100m. O sinal eletromiográfico foi filtrado com recurso a um filtro *Butterworth* de 7^a ordem (7th) com banda passante de frequência compreendida entre 10Hz e 500Hz, suavizado através da determinação da envolvente eletromiográfica (linear envelope) com uma frequência de 7Hz (Carvalho, 2019).

2.5. Procedimentos

Previamente à recolha de dados foi realizado um treino de competências técnicas e conhecimento teórico com um investigador experiente na utilização do eletromiógrafo de superfície, com o objetivo de garantir a respetiva autonomia na aquisição, processamento e análise de dados EMG. Este treino serviu também para aferir o tempo médio necessário para a recolha de dados por participante, durante a execução de cada uma das tarefas.

Na visita ao local de recolhas (Clínica Flexus), e após a leitura da carta explicativa (Apêndice III), os participantes procederam à assinatura do formulário de consentimento informado (ficando uma cópia para o participante e outra para o investigador. Nessa altura, foi assegurada uma participação inteiramente voluntária, em que os participantes podiam abandonar o estudo a qualquer momento, sem nenhum tipo de constrangimento ou desvantagem. Foi também dada oportunidade aos participantes de colocarem qualquer questão que considerassem pertinente, com garantia de obtenção de respostas esclarecedoras. Foi ainda assegurada a confidencialidade e anonimato dos dados através da atribuição de um código a cada um dos participantes, ao qual apenas a equipa de investigação teve acesso. Posteriormente os participantes preencheram o questionário de Caracterização Sociodemográfica.

Após este momento, deu-se início às recolhas. Dada a natureza do estudo, este foi constituído por 2 momentos de avaliação, com um intervalo máximo de 7 dias entre ambos, com uma média de 6 dias entre avaliações. Este intervalo foi considerado longo o suficiente para evitar viés de memória e curto o suficiente para evitar alguma alteração no padrão de

recrutamento muscular (de Vet et al., 2006b; Kimberlin & Winterstein, 2008).

O primeiro momento de avaliação teve a participação dos dois principais investigadores, por forma a ser possível calcular valores de fiabilidade inter-avaliador (Kottner et al., 2011). Assim, cada participante foi avaliado separadamente por cada um dos investigadores no primeiro momento de avaliação, com um intervalo de 10 minutos entre ambas as avaliações, a fim de evitar a instalação de fenómenos de fadiga nos sujeitos (Enoka & Duchateau, 2008; Grime, Daines, Pringle, Heang, & Ribeiro, 2018). No segundo momento de avaliação cada participante apenas foi avaliado por um avaliador.

2.5.1. Protocolo de Recolha

2.5.1.1. Preparação da pele e colocação dos elétrodos

A colocação dos elétrodos seguiu as recomendações da *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles – SENIAM –* (SENIAM, 1999) e do estudo de Ekstrom et al., (2005) (Tabela 1). Antes, e para minimizar os níveis de impedância do sinal eletromiográfico (De Luca, 1997; Kasprišin & Grabiner, 1998; Konrad, 2006), houve uma preparação da pele tendo em conta os seguintes aspetos por esta ordem: 1) Remoção dos pelos na região onde foram colocados os elétrodos; 2) Utilização de papel imbuído em álcool para limpar a pele no local de aplicação e deixar secar; 3) Aguardar 3 minutos entre a colocação dos elétrodos e a realização das medições para obter um valor de impedância estável.

Antes de qualquer recolha, o sinal EMG foi visualmente inspecionado para verificar a ligação do equipamento, determinar a qualidade de conexão dos elétrodos à pele ou a existência de qualquer artefacto. De acordo com Konrad, (2006) a atividade de repouso dos músculos não deverá exceder os 15mV, sendo recomendados valores entre 1mV e 3.5mV. Em todos os momentos de recolha foi garantida a inspeção da atividade de repouso dos músculos em estudo.

A recolha dos dados eletromiográficos incidiu nos músculos Trapézio Superior (TS), Trapézio Inferior (TI) e Grande Dentado (GD). Cada músculo foi avaliado três vezes em cada momento de avaliação, por cada investigador, e o resultado apresentado foi a média das medições.

2.5.1.2. Método de Normalização do Sinal EMG

Para a normalização do sinal, utilizou-se o método de CVM de acordo com as recomendações dos estudos de Ekstrom et al., (2005) e de Neumann e Camargo, (2019). Estes métodos encontram-se descritos na Tabela 1. Este método é comumente utilizado nos estudos eletromiográficos diminuindo-se assim a variação entre e intra participantes (Ball & Scurr, 2010; Burden, 2010).

A cada participante, foram descritos e demonstrados os testes de normalização e dos exercícios/tarefas a realizar, dando-lhes tempo suficiente para treinarem e mostrarem capacidade na sua realização. Segundo Burden, (2010), este tipo de estratégia previne perdas de 20%-40% na leitura eletromiográfica. Após a familiarização dos testes e tarefas, os participantes realizaram um aquecimento aeróbio de baixa intensidade durante de 5-10 minutos com recurso a bicicleta estática (Konrad, 2006).

Aquando da realização dos testes de normalização, os participantes foram instruídos a alcançar a força máxima no menor tempo possível (Bemben, Clasey, & Massey, 1990; Koh, Grabiner, & Clough, 1993; Rota, Rogowski, Champely, & Hautier, 2013). Posteriormente foi pedido que mantivessem a contração máxima durante 5 segundos com relaxamento gradual, realizando-se 3 medições com intervalos de 30 segundos (Konrad, 2006; Çelik, Dirican, & Baltaci, 2012; Cadogan, Laslett, Hing, Mcnair, & Williams, 2011; Almosnino, Pelland, Pedlow, & Stevenson, 2009). Entre cada músculo avaliado, os participantes descansaram 2 minutos (Jenp, Malanga, Growney, & An, 1996). Para facilitar a contração máxima e a motivação, os participantes foram encorajados verbalmente (Burden, 2010). Foi utilizado um metrónomo para controlar a duração da contração. A normalização do sinal foi repetida sempre que o investigador verificou alguma compensação de movimento por parte do participante ou um erro na aquisição do sinal eletromiográfico. Para o cálculo da CVM de cada músculo foi realizada a média aritmética de três repetições (Kottner et al., 2011).

Após a normalização do sinal, os participantes tiveram um período de 5 minutos de descanso antes de iniciarem a avaliação das atividades de teste / tarefas.

Tabela 1. Sistematização da colocação dos eléctrodos e Normalização do Sinal

Músculo	Colocação dos Eléctrodos (SENIAM, 1999)	Normalização do Sinal EMG (CIVM)	
Eléctrodos Ativos	Trapézio Superior	Eléctrodos colocados no ponto médio entre o acrómio e a apófise espinhosa de C7 (SENIAM, 1999).	Participante sentado com o membro superior abduzido a 90° e inclinação do pescoço para o mesmo lado, rotação contralateral e extensão. Será instruído a abduzir o ombro e a estender e inclinar a cabeça na direcção do ombro e rodar na direcção oposta, sendo aplicada resistência manual na cabeça para flexão ântero-lateral e acima do cotovelo para adução (Ekstrom et al, 2005).
	Trapézio Inferior	Eléctrodos colocados obliquamente para cima e para fora nos 2/3 da linha entre a espinha da escápula e o bordo interno de T8 (SENIAM, 1999).	Participante em decúbito ventral com membro superior pendente ao lado da marquesa. Será instruído a realizar flexão do ombro, com este movimento alinhado com as fibras do trapézio inferior, sendo aplicada resistência manual acima do cotovelo para extensão (Ekstrom et al., 2005).
	Grande Dentado	Ombro abduzido a 90°, eléctrodos colocados paralelamente às fibras musculares, entre a 6ª e 8ª costela, anteriormente ao grande dorsal e posteriormente ao peitoral maior (Ekstrom et al., 2005)	Participante sentado em posição ereta com o ombro a 90° de flexão. Será instruído a realizar protração da omoplata, sendo aplicada resistência manual na mão em sentido oposto ao movimento do sujeito (Neumann & Camargo, 2019).
Eléctrodo Terra	Acrómio ipsilateral	-----	

2.5.2. Descrição das Tarefas / Atividades de Teste

Realizadas a verificação e a normalização do sinal, procedeu-se à avaliação das atividades/tarefas funcionais. Todos os participantes foram testados no seu membro dominante, pelo fato deste apresentar mecanismos de controlo neural distintos e mais eficientes quando comparado com o membro não-dominante (Bagesteiro & Sainburg, 2002).

As tarefas em teste foram escolhidas por serem atividades funcionais e movimentos quotidianos e que vêm a ser estudadas em trabalhos anteriores (Carvalho, 2019; Ekstrom et al., 2003).

- **Diagonal para Flexão - movimento combinado de flexão, adução horizontal e rotação externa do ombro:** foi solicitado ao participante que se colocasse na posição de pé com os membros superiores relaxados ao lado do corpo. Ao comando verbal do investigador realizou um exercício de diagonal (semelhante a uma diagonal de PNF) em que realizou um movimento combinado de flexão, adução horizontal e rotação externa do ombro (Ekstrom et al., 2003). Para facilitar, foi dado um comando ao participante de fazer o movimento como se fosse buscar o cinto do carro (Figura 1).
- **Atividade balística de atirar uma bola contra a parede:** Para a realização desta atividade foi necessário colocar um alvo a uma distância do comprimento de dois membros superiores do participante a uma altura alinhada com os ombros do sujeito. Após o posicionamento à distância correta, o participante ficou com os braços relaxados ao lado do corpo, segurando uma bola de ténis na mão dominante. Ao comando verbal do investigador, atirou a bola o mais rápido possível na direção do alvo e voltou à posição inicial (Carvalho, 2019) (Figura 2).
- **Elevação do membro superior até aos 90° de flexão do ombro:** Para a realização desta atividade foi necessário colocar um fio suspenso do teto e fixo ao chão, com um marcador em posição regulável, garantindo que todos os participantes realizassem a amplitude desejada independentemente da sua estatura. Previamente à realização do movimento, foi pedido que o participante

elevasse o seu braço até aos 90° (confirmado por goniómetro) de modo a ajustar a altura do marcador. Após o ajuste da altura, foi pedido que se colocasse a uma distância do fio correspondente ao seu membro superior com os membros superiores relaxados ao lado do corpo, em posição neutra. Ao comando verbal do investigador, o participante elevou o seu braço até tocar no marcador colocado no fio e regressou à posição inicial (Carvalho, 2019) (Figura 3).

Os exercícios foram realizados por ordem aleatória através de um processo controlado e duplamente cego, sem conhecimento por parte do investigador principal e dos participantes. As possibilidades de seleção encontravam-se num envelope opaco, sem qualquer identificação, sendo solicitado ao participante que retirasse os 3 papéis, cada um com o nome da tarefa escrito. A ordem da escolha ditou a ordem de realização dos exercícios. Os participantes realizaram 3 repetições de cada tarefa com um período de descanso de 3 segundos entre repetições e 2 minutos entre exercícios. Correções, se necessário, foram realizadas durante a realização da tarefa. À identificação de compensações pelos sujeitos, alterações ao movimento “normal” ou erros na leitura do sinal eletromiográfico, o teste foi interrompido e realizada nova avaliação.



Figura 1 – Realização da tarefa de diagonal para flexão do ombro

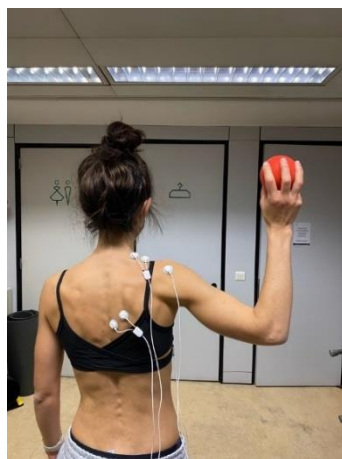


Figura 2 – Realização da atividade balística



Figura 3 – Realização da tarefa de flexão do ombro a 90° com confirmação com goniómetro

2.6. Processamento dos dados

Após a recolha dos dados, estes foram devidamente armazenados e identificados num ficheiro de computador, respeitando o sigilo individual, para posterior processamento *off-line*. O processamento do sinal de EMG foi realizado com o recurso de *software* específico OpenSignals (r)evolution (PLUX - Wireless Biosignals®), sendo necessário um computador e um componente wireless que se conectava com o computador através de *Bluetooth*.

Tendo em conta os objetivos deste estudo, foram considerados os valores de CVM (valor absoluto da intensidade do sinal EMG normalizado) e da RMS (raiz quadrada da potência média do sinal EMG, para um determinado período de tempo).

Os valores de RMS foram obtidos através do algoritmo do *software* OpenSignals baseado na fórmula de cálculo: $RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n}}$, em que x corresponde a cada valor obtido em cada unidade de tempo. O cálculo da RMS consiste assim em três passos: 1) cálculo e soma do quadrado de cada valor; 2) cálculo da média do respetivo resultado; 3) cálculo da raiz quadrada do resultado.

A %CVM foi calculada através da RMS de cada músculo, correspondendo o valor final à média das 3 repetições. Para este cálculo foi utilizada a seguinte fórmula: $EMG_{norm} = EMG_m / EMG_{max} * 100$, em que o EMG_{norm} corresponde à % da atividade muscular; EMG_m corresponde ao valor médio da amplitude do sinal EMG das três repetições; e EMG_{max} à média da CVM de cada músculo (Lee, Kim, & Koo, 2015).

2.7. Análise estatística

Para determinar a fiabilidade teste-reteste e a fiabilidade intra e inter-avaliador, foram calculados os valores do CCI de consistência e de concordância, respetivamente, e do seu intervalo de confiança (IC) a 95%, segundo um modelo *two-way mixed effects* (Koo & Li, 2016). O valor do CCI foi calculado pelo valor médio obtido para cada variável em estudo, em cada momento de avaliação (Kottner et al., 2011).

De acordo com a literatura, o valor mínimo de CCI recomendado é de 0.7 (Khoddami et al., 2017), sendo que valores abaixo de 0.5 representam uma pobre fiabilidade, valores

entre 0.5 e 0.75 indicam fiabilidade moderada, entre 0.75 e 0.9 uma boa fiabilidade e acima de 0.9 uma excelente fiabilidade (Koo & Li, 2016).

Assim para este estudo, foi considerado um valor mínimo de 0.7, o que atribui 30% da variância total a erros de medição.

O erro padrão de medida foi calculado através do $SEM = SD_{diff}/\sqrt{2}$ (de Vet et al., 2006b) e a diferença mínima detetável (para um Intervalo de Confiança de 95%) através de $DMD_{95} = 1.96 \times \sqrt{2} \times EPM$ (de Vet et al., 2006a). A DMD representa a diferença mínima que supera o erro padrão de medida em cada participante.

A análise estatística dos CCI foi realizada no *software* SPSS (versão 26.0; IBM, Chicago, IL) e os cálculos relativos aos diagramas de Bland e Altman no *software* MedCalc (versão 20.0.22), sendo o nível de significância considerado de 5% ($p < 0.05$). Os valores absolutos e de percentagem do EPM e da DMD foram calculados com recurso ao *Microsoft Excel 2013* (Microsoft Corp., Redmond, WA).

2.8. Questões éticas

Previamente ao processo de recrutamento da amostra, o protocolo de investigação foi submetido à análise da Comissão Especializada de Ética em Investigação da ESS-IPS (CEEI-ESS-IPS). Após ser aprovado o parecer favorável da CEEI (Anexo I), foram iniciados os procedimentos relativos à constituição da amostra e conseqüentemente o desenvolvimento do estudo.

Foi assegurada uma participação inteiramente voluntária, em que os participantes puderam abandonar o estudo a qualquer momento, sem nenhum tipo de constrangimento ou desvantagem. Foi também dada oportunidade aos participantes de colocarem qualquer questão que considerassem pertinente, com garantia de obtenção de respostas esclarecedoras. Foi ainda assegurada a confidencialidade e anonimato dos dados, através da atribuição de um número a cada participante (Suj_1; Suj_2;...;Suj_24). Para aumentar o nível de anonimato foi evitada toda e qualquer informação pessoal (ex. nome, data de nascimento, morada, etc.) no formulário de Caracterização Sociodemográfica. Todos os dados pessoais recolhidos foram apenas do conhecimento dos responsáveis do estudo e destinam-se unicamente para fins científicos.

3. Resultados

3.1. Caracterização da amostra

Neste estudo participaram 23 sujeitos (9 homens e 14 mulheres; 30.04 ± 5.64 anos; 67.10 ± 18.46 kg; 169.48 ± 9.44 cm). Do total de participantes, 83% encontravam-se empregados e 17% eram estudantes de ensino superior. Relativamente ao membro dominante, 87% eram destros ($n=21$) e 13% canhotos ($n=3$) (Tabela 2).

Um participante foi excluído por défice de qualidade dos dados recolhidos em todos os músculos avaliados.

Tabela 2 – Características sociodemográficas dos participantes

Características Sociodemográficas	
Idade (anos)	$30.04 \pm 5.64^*$
Género	n (%)
Masculino	9 (39%)
Feminino	14 (61%)
Características antropométricas	Média (DP)
Peso (Kg)	$67.10 \pm 18.46^*$
Altura (Cm)	$169.48 \pm 9.44^*$
Situação Profissional	n (%)
Empregado	20 (87%)
Estudante	3 (13%)
Membro Dominante	n (%)
Direito	20 (87%)
Esquerdo	3 (13%)

*- Valores apresentados relativamente à média e desvio-padrão das características analisadas

3.2. Fiabilidade e concordância inter-avaliador

Os valores dos cálculos de fiabilidade e concordância referentes à avaliação inter-avaliador encontram-se descritos na Tabela 3.

Relativamente aos valores de CCI obtidos para a CVM, estes foram inferiores a 0.7 para todos os músculos estudados, com exceção do GD (0.80, 95% IC 0.53 a 0.91).

No que diz respeito à %CVM durante a execução das várias tarefas em análise, os valores variaram entre 0.44 (95% IC -0.49 a 0.79) e 0.94 (95% IC 0.85 a 0.98). Na tarefa de diagonal para flexão, todos os músculos registaram valores iguais ou superiores a 0.8, sendo o mais elevado o TS, com CCI de 0.94 (95% IC 0.85 a 0.98). Na atividade balística, o TI apresentou o valor mais baixo, 0.51 (95% IC -0.32 a 0.82), e os restantes músculos superaram o valor de 0.8. Sobre a tarefa de flexão do ombro a 90°, todos os músculos apresentaram valores abaixo de 0.7, à exceção do GD (0.74, 95% IC 0.38 a 0.89).

O EPM da CVM variou entre 0.21mV e 0.28mV, enquanto a DMD apresentou valores entre 0.60mV e 0.76mV.

Em relação à %CVM, todos os valores de EPM variaram entre 1.24% e 3.63%, com exceção do GD na tarefa de diagonal para flexão (7.27%) e na atividade balística (7.87%). A DMD variou entre 3.48% e 9.53%, com exceção do GD em todas as tarefas, que apresentou valores de 20.14% na tarefa de diagonal para flexão, 21.83% na atividade balística e 10.07% na tarefa de flexão do ombro a 90°.

Os resultados relativos aos diagramas Bland e Altman são apresentados na figura 4.

Relativamente à CVM, tanto o TS como o TI apresentam um erro de medida menor à medida que se obtêm medições mais elevadas. O GD foi o que apresentou uma menor dispersão, justificada por uma menor amplitude dos LDC. Todos os músculos apresentam um valor médio das diferenças próximo de 0, sendo o TS o que mais se aproximou (-0.02mV)

Na tarefa de diagonal para flexão, podemos verificar que para o TI a variação dos valores obtidos depende fortemente da magnitude da medição, uma vez que quanto maior a % de contração, maior a dispersão. No caso do GD, obteve-se uma diferença média entre as duas avaliações muito acima de 0 (1.40mV), o que pode ser explicado pelo *outlier* presente no gráfico. Este foi também o músculo com maior dispersão, com valores de LDC a 95% entre -18.74% a 21.55%.

Na atividade balística, podemos verificar que em todos os músculos há uma tendência para que a variação dos valores obtidos dependa da magnitude da medição. O valor médio

do GD (-1.03mV) é o que se afasta mais de 0, justificado pelo *outlier* presente no gráfico, pois verificamos que a maior parte das diferenças de médias entre as duas avaliações se encontram acima de $y=0$. Os valores dos LDC a 95% para este músculo destacaram-se dos restantes com uma variação entre -22.86% e 20.79%.

Por último, na tarefa de flexão do ombro a 90°, verifica-se que a variação dos valores obtidos para os músculos TS e TI aumenta concomitantemente com o aumento da magnitude da medição. Em todos os músculos, a média das diferenças foi próxima de 0. O GD, tal como nas tarefas anteriores apresentou a maior dispersão, justificada por valores de LDC mais amplos (-9.80% a 10.34%).

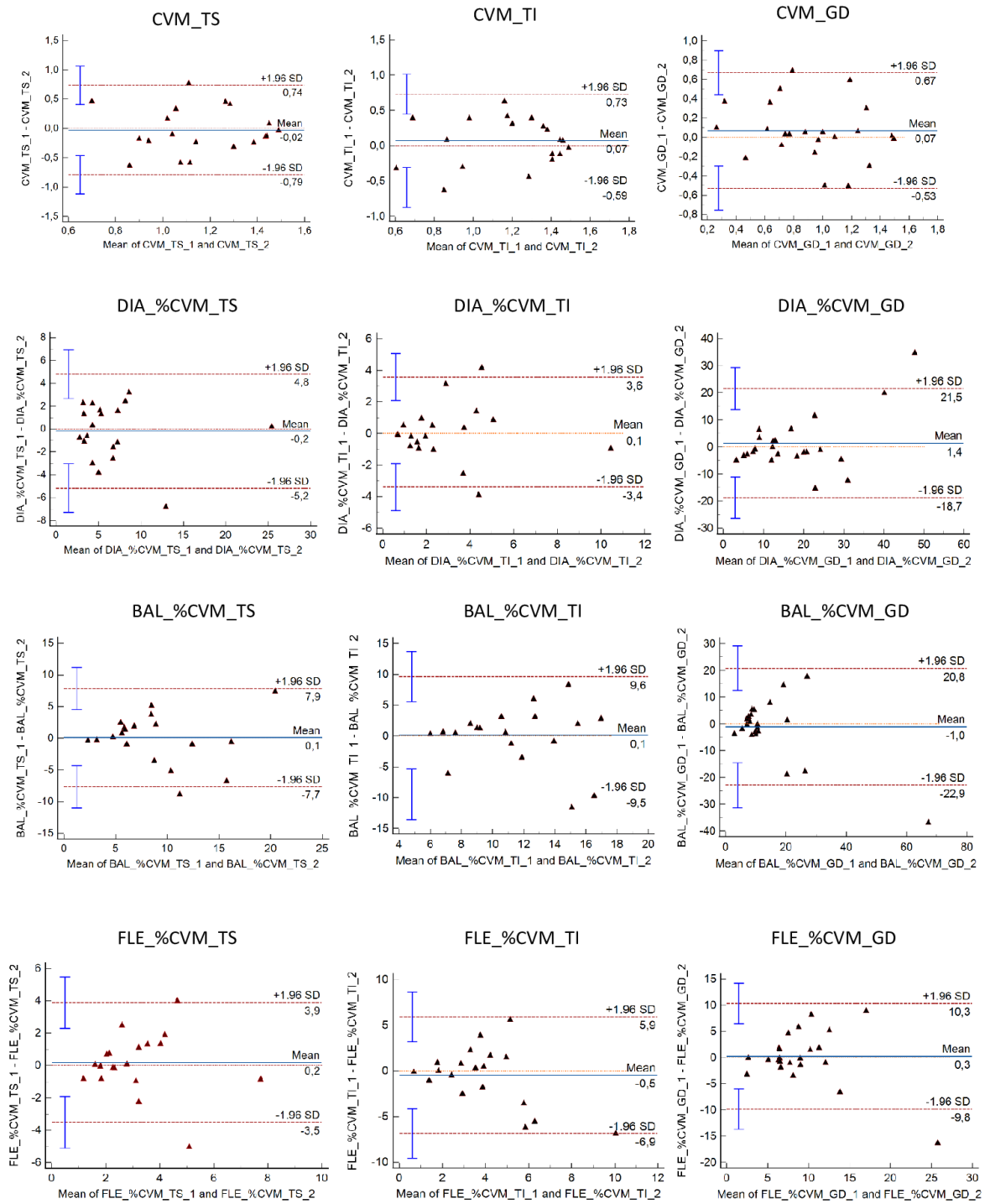
Tabela 3 – Valores de fiabilidade e concordância inter-avaliador

	CCI		95% IC		Média		Média (Min a Max)		Dif		95% IC		Dpdif		95% LDC		EPM		DMD		
CVM																					
TS	0.27		-1.02 a 0.72		1.16*		1.15 a 1.17*		-0.02*		-0.21 a 0.17*		0.39*		-0.79 a 0.74*		0.28*		0.76*		
TI	0.63		0.05 a 0.86		1.18*		1.15 a 1.21*		0.07*		-0.10 a 0.23*		0.34*		-0.59 a 0.73*		0.24*		0.66*		
GD	0.80		0.53 a 0.91		0.92*		0.88 a 0.95*		0.07*		-0.06 a 0.20*		0.30*		-0.53 a 0.67*		0.21*		0.60*		
	RMS	%CVM	RMS	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	
Diagonal para Flexão																					
TS	0.92	0.94	0.79 a 0.97	0.85 a 0.98	0.08	6.71	0.08 a 0.08	6.62 a 6.81	0.00	-0.19	-0.02 a 0.02	-1.41 a 1.04	0.04	2.54	-0.09 a 0.09	-5.17 a 4.80	0.03	1.80	0.09	4.98	
TI	0.96	0.86	0.91 a 0.99	0.63 a 0.95	0.03	2.92	0.03 a 0.03	2.88 a 2.96	0.00	0.09	-0.00 a 0.01	-0.77 a 0.94	0.01	1.77	-0.02 a 0.03	-3.39 a 3.56	0.01	1.25	0.03	3.48	
GD	0.70	0.80	0.29 a 0.87	0.52 a 0.91	0.15	17.60	0.13 a 0.16	16.90 a 18.30	0.03	1.40	-0.02 a 0.07	-3.04 a 5.85	0.10	10.27	-0.17 a 0.22	-18.74 a 21.55	0.07	7.27	0.20	20.14	
Atividade balística																					
TS	0.79	0.83	0.44 a 0.92	0.55 a 0.94	0.11	8.77	0.10 a 0.11	8.72 a 8.83	-0.01	0.11	-0.04 a 0.03	-1.80 a 2.02	0.07	3.96	-0.14 a 0.13	-7.65 a 7.88	0.05	2.80	0.14	7.77	
TI	0.70	0.51	0.22 a 0.89	-0.32 a 0.82	0.13	11.43	0.13 a 0.14	11.39 a 11.46	0.01	0.07	-0.02 a 0.04	-2.28 a 2.41	0.06	4.86	-0.10 a 0.12	-9.46 a 9.60	0.04	3.44	0.11	9.53	
GD	0.75	0.83	0.43 a 0.89	0.59 a 0.93	0.10	14.24	0.09 a 0.11	13.72 a 14.75	0.02	-1.03	-0.00 a 0.03	-5.85 a 3.78	0.04	11.14	-0.07 a 0.10	-22.86 a 20.79	0.03	7.87	0.08	21.83	
Flexão ombro 90°																					
TS	0.66	0.64	0.09 a 0.87	0.03 a 0.86	0.04	3.12	0.02 a 0.05	3.03 a 3.22	0.00	0.19	-0.01 a 0.02	-0.72 a 1.10	0.03	1.89	-0.05 a 0.06	-3.52 a 3.90	0.02	1.34	0.05	3.71	
TI	0.63	0.44	0.01 a 0.86	-0.49 a 0.79	0.05	3.93	0.04 a 0.05	3.69 a 4.16	0.00	-0.48	-0.02 a 0.02	-2.05 a 1.09	0.04	3.26	-0.07 a 0.07	-6.86 a 5.91	0.03	2.30	0.07	6.38	
GD	0.55	0.74	0.01 a 0.80	0.38 a 0.89	0.07	9.22	0.07 a 0.08	9.09 a 9.36	0.02	0.27	-0.00 a 0.03	-1.95 a 2.49	0.04	5.14	-0.06 a 0.09	-9.80 a 10.34	0.03	3.63	0.07	10.07	

Legenda: CVM – contração voluntária máxima; %CVM – média normalizada da ativação muscular; RMS – raiz quadrada da média; TS – trapézio superior; TI – trapézio inferior; GD – grande dentado; CCI – coeficiente de correlação intraclasse; 95% IC – intervalo de confiança para o CCI; Média – média das medições de cada avaliação; Média (Min a Max) – valores mínimos e máximos da média; Dif – média das diferença entre medições de cada avaliação; 95% IC – intervalo de confiança para a diferença; Dpdif – desvio-padrão das diferenças; 95% LDC – 95% dos limites de concordância; EPM – erro padrão de medida; DMD – diferença mínima detetável

*- valores apresentados em milivolts (mV)

Figura 4 – Diagramas de Bland e Altman representados através dos 95% LDC dos resultados inter-avaliador



3.3. Fiabilidade e concordância intra-avaliador

Os valores dos cálculos de fiabilidade e concordância referentes à avaliação intra-avaliador encontram-se descritos na Tabela 4.

Os valores de CCI para a CVM foram superiores a 0.7, à exceção do TS (0.39, 95% IC -0.59 a 0.76).

Relativamente às atividades em teste, os valores de CCI para a %CVM variaram entre 0.4 (95% IC -0.52 a 0.76) e 0.88 (95% IC 0.72 a 0.95). Em todas as tarefas testadas, apenas o GD [(0.88, 95% IC 0.72 a 0.95 – tarefa de diagonal para flexão) (0.87, 95% IC 0.69 a 0.94 – atividade balística) (0.71, 95% IC 0.31 a 0.88 – tarefa de flexão do ombro a 90°)] obteve um valor maior que 0.7. O músculo TI foi o que apresentou valores mais baixos de CCI em todas as tarefas.

Sobre a concordância, os valores de EPM da CVM foram relativamente próximos para todos os músculos, com uma variação entre 0.22mV e 0.27mV. Sobre a DMD da CVM obtiveram-se valores entre 0.60mV e 0.63mV, à exceção para o TS com 0.75mV.

Relativamente à concordância nas atividades em teste, os valores de EPM da %CVM variaram entre 1.27% e 3.27%, com exceção do GD na tarefa de diagonal para flexão e na atividade balística, com valores de 5.54% e 5.69%, respetivamente. No que diz respeito à DMD, o GD também se destacou dos restantes na tarefa de diagonal para flexão e na atividade balística com valores de 15.36% e 15.78%. Os restantes valores variaram entre 3.51% e 9.07%. Tanto para o EPM como para a DMD, o GD foi o músculo com valores mais elevados em todas as tarefas em teste.

Os resultados relativos aos diagramas Bland e Altman, são apresentados na figura 5.

Em relação aos diagramas da CVM, o TS foi o que apresentou um valor de diferença média entre as duas avaliações menor, no entanto, é o que apresenta uma maior dispersão, visível pela amplitude dos LDC (-0.72mV a 0.77mV). No gráfico do TI, é possível verificar uma diminuição da variabilidade com um aumento da magnitude das medições.

Na tarefa de diagonal para flexão, o TI apresenta uma melhor precisão em medições de magnitudes menores, sendo também este o músculo com menor dispersão. O GD apresenta uma tendência para erro sistemático, visível pelo elevado valor de diferença média entre os dois momentos de avaliação (4.18). Este foi também o que apresentou maior dispersão, justificado pela amplitude dos LDC (-11.19% a 19.54%). O valor da diferença das médias do TS ligeiramente acima de 0 (1.63%) justifica-se pela presença do *outlier*.

Na atividade balística, o TI é o músculo que apresenta menor viés. O TS, apesar de ter LDC mais amplos quando comparado com o TI, se excluirmos o *outlier* presente, é o que apresenta uma menor dispersão nas restantes medições. No GD denota-se um aumento da variabilidade em função da magnitude das medições. Os valores de diferença média afastados de 0 para o TS (0.97%) e para o GD (-1.90%) justificam-se pela presença dos *outliers*.

Por último, na tarefa de flexão do ombro a 90°, todos os músculos obtiveram uma diferença média entre as duas avaliações próxima de 0, com o TS a apresentar a menor dispersão e o GD a ser o mais disperso.

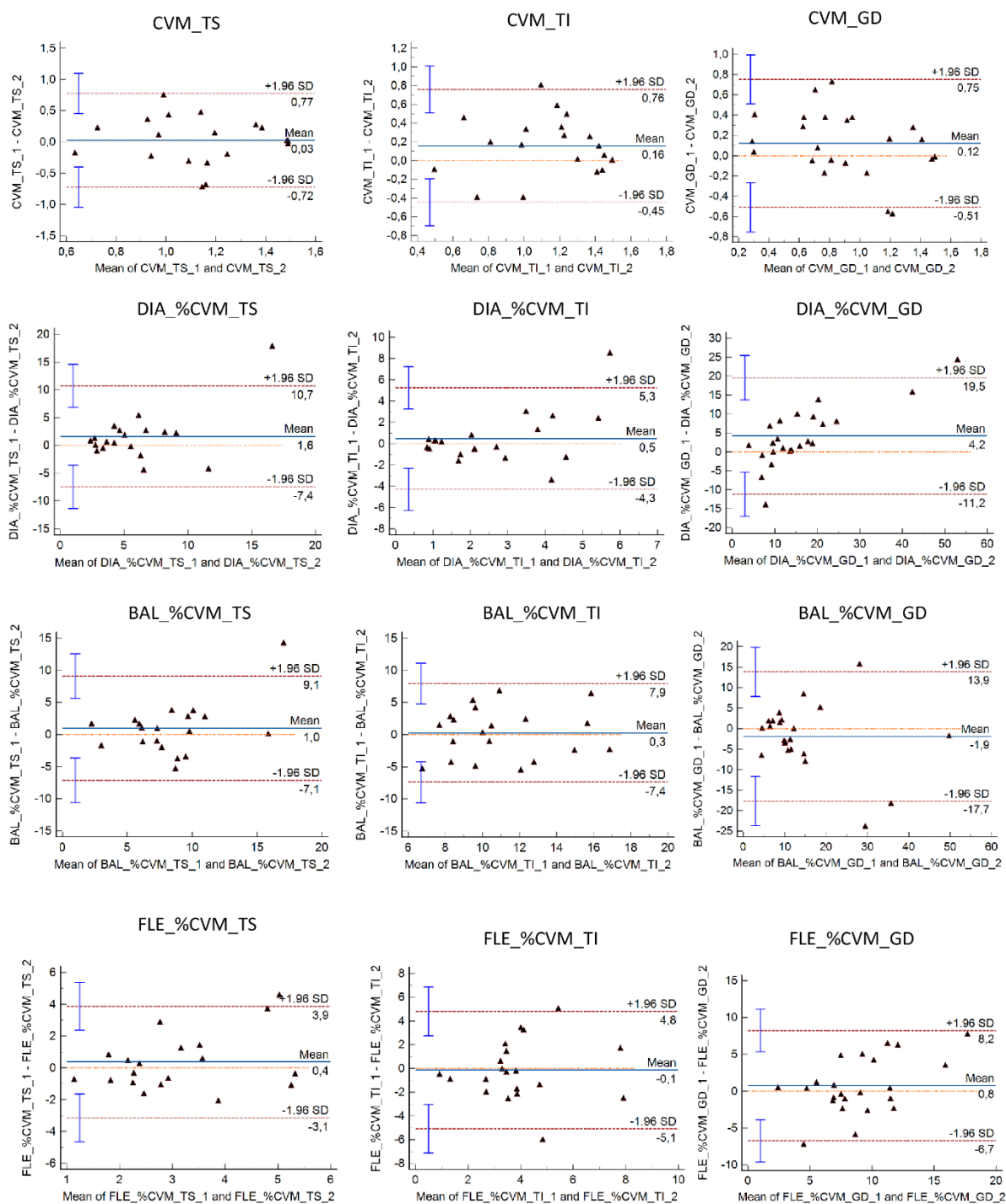
Tabela 4 – Valores de fiabilidade e concordância intra-avaliador

	CCI		95% IC		Média		Média (Min a Max)		Dif		95% IC		Dpdif		95% LDC		EPM		DMD	
CVM																				
TS	0.39		-0.59 a 0.76		1.13*		1.12 a 1.15*		0.03*		-0.16 a 0.21*		0.38*		-0.72 a 0.77*		0.27*		0.75*	
TI	0.73		0.32 a 0.89		1.15*		1.07 a 1.23*		0.16*		0.01 a 0.30*		0.31*		-0.45 a 0.76*		0.22*		0.60*	
GD	0.80		0.53 a 0.91		0.89*		0.83 a 0.95*		0.12*		-0.02 a 0.26*		0.32*		-0.51 a 0.75*		0.23*		0.63*	
	RMS	%CVM	RMS	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM
Diagonal para Flexão																				
TS	0.62	0.57	0.03 a 0.86	-0.11 a 0.84	0.07	5.92	0.06 a 0.08	5.11 a 6.74	0.03	1.63	-0.01 a 0.06	-0.60 a 3.87	0.07	4.63	-0.11 a 0.16	-7.44 a 10.71	0.05	3.27	0.13	9.07
TI	0.15	0.40	-1.16 a 0.66	-0.52 a 0.76	0.03	2.63	0.03 a 0.03	2.39 a 2.87	0.01	0.48	-0.01 a 0.02	-0.66 a 1.62	0.04	2.44	-0.06 a 0.08	-4.30 a 5.26	0.03	1.72	0.07	4.78
GD	0.81	0.88	0.55 a 0.92	0.72 a 0.95	0.13	16.21	0.11 a 0.16	14.12 a 18.30	0.05	4.18	0.02 a 0.09	0.79 a 7.57	0.08	7.84	-0.11 a 0.21	-11.19 a 19.54	0.06	5.54	0.16	15.36
Atividade balística																				
TS	0.72	0.68	0.28 a 0.89	0.17 a 0.88	0.10	8.44	0.09 a 0.11	7.95 a 8.92	0.01	0.97	-0.02 a 0.04	-1.02 a 2.97	0.06	4.14	-0.11 a 0.14	-7.13 a 9.08	0.05	2.92	0.13	8.11
TI	0.71	0.56	0.27 a 0.89	-0.11 a 0.83	0.13	10.94	0.12 a 0.13	10.81 a 11.08	0.02	0.27	-0.01 a 0.04	-1.57 a 2.10	0.05	3.92	-0.08 a 0.11	-7.41 a 7.94	0.04	2.77	0.10	7.67
GD	0.71	0.87	0.31 a 0.88	0.69 a 0.94	0.10	14.67	0.09 a 0.11	13.72 a 15.62	0.01	-1.90	-0.01 a 0.03	-5.38 a 1.58	0.04	8.05	-0.07 a 0.10	-17.68 a 13.87	0.03	5.69	0.08	15.78
Flexão ombro 90°																				
TS	0.34	0.48	-0.71 a 0.75	-0.35 a 0.80	0.04	3.12	0.03 a 0.04	2.94 a 3.3	0.01	0.36	-0.01 a 0.02	-0.50 a 1.23	0.03	1.79	-0.05 a 0.07	-3.14 a 3.87	0.02	1.27	0.06	3.51
TI	0.74	0.45	0.35 a 0.90	-0.38 a 0.78	0.05	3.91	0.04 a 0.05	3.85 a 3.98	0.00	-0.14	-0.01 a 0.02	-1.32 a 1.05	0.03	2.52	-0.05 a 0.06	-5.08 a 4.81	0.02	1.78	0.05	4.94
GD	0.53	0.71	-0.10 a 0.80	0.31 a 0.88	0.07	8.98	0.07 a 0.08	8.60 a 9.36	0.01	0.76	-0.00 a 0.03	-0.89 a 2.41	0.05	3.82	-0.07 a 0.10	-6.73 a 8.25	0.03	2.70	0.09	7.48

Legenda: CVM – contração voluntária máxima; %CVM – média normalizada da ativação muscular; RMS – raiz quadrada da média; TS – trapézio superior; TI – trapézio inferior; GD – grande dentado; CCI – coeficiente de correlação intraclasse; 95% IC – intervalo de confiança para o CCI; Média – média das medições de cada avaliação; Média (Min a Max) – valores mínimos e máximos da média; Dif – média das diferença entre medições de cada avaliação; 95% IC – intervalo de confiança para a diferença; Dpdif – desvio-padrão das diferenças; 95% LDC – 95% dos limites de concordância; EPM – erro padrão de medida; DMD – diferença mínima detetável

*- valores apresentados em milivolts (mV)

Figura 5 – Diagramas de Bland e Altman representados através dos 95% LDC dos resultados intra-avaliador



4. Discussão de resultados

Que seja do nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo a avaliar a fiabilidade (intra e inter-avaliador) e a concordância, através do cálculo do CCI, EPM e DMD, de um sistema de EMGs frequentemente utilizado para avaliar e monitorizar a atividade muscular da articulação do ombro durante a realização de diferentes atividades funcionais.

4.1. Fiabilidade teste-reteste e concordância da CVM

Relativamente à fiabilidade da CVM, no conjunto dos músculos estudados, apenas o GD apresentou boa fiabilidade (0.80, 95% IC 0.53 a 0.91). O TI obteve um valor moderado, enquanto o TS foi o músculo menos fiável na normalização do sinal com um valor de 0.27, o que representa uma pobre fiabilidade. Segundo estes resultados, parece que o GD é o músculo mais fiável, apresentando maior capacidade para distinguir entre indivíduos diferentes, considerando o EPM, e quando considerados avaliadores também diferentes. A pobre fiabilidade reportada pelo TS indica o oposto, revelando alguma dificuldade para a distinção de indivíduos com características diferentes, quando considerados os aspetos previamente referidos.

Assim, e tendo em conta os valores sugeridos por Keszei et al., (2010) e por Kottner et al. (2011) que consideram valores mínimos de CCI de 0.70 para uso em investigação e de 0.90 para contexto clínico, apenas o GD demonstrou um valor de fiabilidade suficiente para uso em contexto de investigação, no que à normalização do sinal diz respeito.

Neste estudo, realizaram-se tarefas funcionais essencialmente monoplanares (flexão do ombro a 90° no plano sagital) e multiplanares (diagonal para flexão e atividade balística), bem como tarefas mais e menos explosivas, o que permite uma avaliação da musculatura do ombro sob diferentes condições. Quanto maior a complexidade da tarefa, mais variabilidade de movimento se espera entre os sujeitos. Movimentos multiplanares e explosivos são mais complexos do que os realizados no mesmo plano. A fiabilidade de um instrumento indica-nos quão bem ele consegue distinguir características entre indivíduos estando diretamente relacionada com a variabilidade entre os mesmos. Portanto, ao utilizar um instrumento fiável, espera-se que quanto mais complexa for a tarefa, maiores valores de CCI se reportem.

Durante a execução das tarefas em teste, resultados de fiabilidade diferentes da %CVM foram encontrados em cada tarefa. Na tarefa de diagonal para flexão foi onde se registaram valores de fiabilidade mais elevados em todos os músculos, com muitos valores de CCI acima de 0.80. Contrariamente, a tarefa de flexão do ombro a 90° apresentou os valores mais baixos de fiabilidade para qualquer um dos músculo em estudo, em que apenas o GD superou o CCI de 0.70. Desta forma, a tarefa da diagonal para flexão parece ser a mais indicada para distinguir diferenças entre sujeitos, independentemente do erro de medida. Este pode ser um fator a ter em conta aquando a decisão de que tarefa utilizar para avaliar a atividade muscular do ombro numa determinada população. De facto, foi nessa tarefa que se registou o maior valor de fiabilidade no músculo TS (0.94, 95% IC 0.85 a 0.98), sendo este o único caso com um CCI maior que 0.90. Na atividade balística, o TS e o GD apresentaram uma boa fiabilidade com valores médios de CCI de 0.83, com o TI a registar um valor moderado de 0.51.

Assim, parece que movimentos monoplares reportam menores valores de fiabilidade em comparação com atividades multiplanares e explosivas, de acordo com o esperado. A média de CCI das diferentes atividades foi de 0.87, 0.72 e 0.61 para a tarefa de diagonal para flexão, atividade balística e tarefa de flexão do ombro a 90°, respetivamente. É de salientar que apenas foi avaliada uma tarefa monoplanar, pelo que é preciso cautela na generalização dos dados, contudo, os resultados deste estudo apontam que movimentos multiplanares são fiáveis para avaliação muscular do ombro.

Outra nota a destacar reside no facto de o GD ter sido o único músculo com valores acima de 0.70, tanto na normalização como na realização das tarefas, demonstrando ser nesse músculo que melhor se detetam diferenças entre sujeitos, por possivelmente haver uma maior variabilidade na sua ativação, dependente da pessoa. Apesar de ser o músculo mais difícil de palpar pela proximidade com outros músculos e menor massa muscular identificável, foi o músculo cuja medição foi mais fiável. A média de CCI dos músculos nas diversas tarefas avaliadas foi de 0.80, 0.60 e 0.79 para o TS, TI e GD, respetivamente.

Sobre o EPM e a DMD da normalização do sinal, o GD foi o mais concordante (0.21mV) e o TS o menos concordante (0.28). Tendo em conta a relação entre o erro de medida e a fiabilidade, é de esperar que, músculos mais fiáveis apresentem maior concordância, ou seja valores semelhantes em medições consecutivas, sendo também mais

precisos (de Vet et al., 2006a). Tal se verificou na normalização do sinal, em que o GD cumpriu essa regra e o TS sendo o menos fiável, foi também o menos concordante. Simultaneamente, o GD apresentou menor valor de DMD (0.60mV) e o TS o maior valor (0.76mV). Podemos interpretar estes valores com 95% de confiança que, uma diferença superior a 0.60mV para o GD e 0.76mV para o TS entre medições correspondem a uma alteração real na intensidade de contração dos músculos, superando o erro de medida.

Podemos então afirmar que em testes de normalização, é mais fácil registar alterações reais na atividade do músculo GD sob medições com avaliadores diferentes, distinguindo-se mais facilmente características individuais, considerando-se o EPM, e obtendo-se resultados mais precisos.

No que diz respeito à %CVM durante as tarefas realizadas, a relação entre fiabilidade e concordância não foi tão evidente. Vimos anteriormente que na tarefa de diagonal para flexão obtiveram-se maiores valores de fiabilidade e que os valores menos fiáveis foram encontrados na tarefa de flexão do ombro a 90°. Contudo, valores mais concordantes foram encontrados na tarefa menos fiável, à exceção do TI que obteve um menor EPM na tarefa de diagonal para flexão (1.25% vs. 2.30%). Isto pode ser justificado pelo maior valor de diferença média entre medições dos músculos TS e GD na tarefa de diagonal para flexão e maior amplitude dos LDC, indicando uma maior dispersão nas medições deste músculo. Estes dados vêm reforçar a variabilidade encontrada entre movimentos mono e multiplanares, em que na diagonal para flexão o erro do instrumento não teve uma magnitude suficiente para influenciar a dimensão da variabilidade dos sujeitos. O oposto se pode afirmar para a tarefa de flexão do ombro a 90°, em que, apesar de menores valores de EPM, estes foram suficientes para afetar a discriminação entre sujeitos.

Também na atividade balística, apesar de um valor de fiabilidade moderado para o TI e valores bons para o TS e GD, se verificaram maiores valores de EPM em cada músculo e, conseqüentemente, maiores valores de DMD. Tal significa que nesta tarefa, é necessário um valor superior para se identificarem mudanças reais no indivíduo que superem o erro de medida, em diferentes medições ao longo do tempo por avaliadores diferentes, tornando-a na tarefa em que é mais difícil identificar alterações significativas na atividade muscular dos avaliados.

Contudo, de forma geral, foram identificados valores relativamente baixos de EPM nas tarefas, não excedendo os 8% de erro de medida. É de destacar o GD que, embora em termos de fiabilidade tenha sido o melhor, como vimos anteriormente, foi o músculo menos preciso com erros de medida a chegar aos 7.87%. Isto pode ser justificado pelos elevados valores de diferença média entre avaliações, desvio-padrão dessas diferenças e amplitude dos LDC, em comparação com os restantes músculos e pelo fato de como referido anteriormente, ser o músculo mais difícil de identificar o que pode levar a variações na colocação dos elétrodos. O mesmo se verifica para a DMD, em que para se obterem mudanças reais que superem o erro de medida para este músculo, diferenças maiores de 10% para a tarefa de flexão do ombro a 90° e maiores que 20% para as restantes tarefas têm de ser encontradas entre duas avaliações consecutivas. Para os restantes músculos, a mínima diferença para se identificarem mudanças reais não superou os 10%. No entanto, analisando os gráficos de Bland e Altman verificam-se *outliers* em todas as tarefas para o GD, o que influência a dimensão destes valores.

A tarefa mais precisa e que mais facilmente permite avaliar mudanças na atividade elétrica dos músculos TS (DMD = 3.71%) e GD (DMD = 10.07%) é a flexão do ombro a 90°, e para o TI é a tarefa de diagonal em flexão (DMD = 3.48%).

Nenhum estudo avaliou a fiabilidade teste-reteste e concordância inter-avaliador de um sistema EMG, pelo que não existem estudos de referência para os dados obtidos neste estudo sobre a avaliação inter-avaliador.

4.2. Fiabilidade teste-reteste e concordância intra-avaliador

Após a discussão sobre os resultados inter-avaliador, vamos proceder à análise dos dados obtidos através de medições realizadas pelo mesmo avaliador.

Sobre a fiabilidade intra-avaliador da CVM, no conjunto dos músculos avaliados, o TI (0.73, 95% IC 0.32 a 0.89) e o GD (0.80, 95% IC 0.53 a 0.91) apresentaram moderada e boa fiabilidade, respetivamente. O TS foi o músculo menos fiável, apresentando uma fiabilidade pobre (0.39, 95% IC -0.59 a 0.76). Isto significa que durante a normalização, e utilizando o instrumento deste estudo, é expectável que o GD e o TI sejam os músculos onde mais facilmente se distingam diferenças entre os sujeitos, considerando o EPM e sob medições com o mesmo avaliador. O TS, tal como na avaliação inter-avaliador, foi o

músculo que demonstrou maiores limitações na distinção de indivíduos com características diferentes.

Desta forma, tanto o TI como o GD registaram os valores mínimos de referência para uso em investigação.

Os resultados do presente estudo relativamente à fiabilidade da CVM parecem estar no alinhamento de estudos anteriores, onde os autores verificaram que a fiabilidade teste-reteste da CVM foi boa para os músculos GD e TI, com valores de 0.83 e 0.82, respetivamente, com o TS a reportar fiabilidade mais fraca, de 0.36 (Seitz & Uhl, 2012). Mais recentemente, Andersen et al., (2014) obtiveram dados discordantes relativamente ao TS, obtendo valores elevados de fiabilidade na normalização deste músculo (CCI=0.86). Contudo, pelo facto de a evidência anterior não ser completamente concordante, é necessária prudência na comparação destes valores, pois os processos metodológicos, nomeadamente o instrumento EMG utilizado, a seleção dos testes usados para a normalização, e métodos de análise estatística diferiram de estudo para estudo. Existe registo de um estudo (Ekstrom et al., 2005) que avaliou a fiabilidade teste-reteste de diferentes testes musculares utilizados para avaliação da CVM. Os testes utilizados no nosso estudo para os músculos TS e TI, correspondem aos testes avaliados por Ekstrom, no entanto, os resultados de fiabilidade reportados foram diferentes. Para o teste de normalização do TS, os autores revelaram um valor de fiabilidade de 0.91 nas medições desse músculo, bem mais elevado que os 0.39 do nosso estudo. No TI, os autores registaram um CCI de 0.94, valor mais elevado quando comparado com os 0.73 do nosso músculo durante a normalização. Estas disparidades de dados podem ser justificadas por diferenças na colocação dos elétrodos, diferenças na recolha e processamento dos dados, bem como no instrumento utilizado.

Durante a execução das tarefas, os valores de fiabilidade da %CVM seguiram um padrão em que, independentemente da tarefa, o GD apresentou a maior fiabilidade, seguido pelo TS e pelo TI. Apenas o GD apresentou valores de fiabilidade maiores que 0.70 em qualquer tarefa, podendo assim ser utilizado em investigação, em que o seu valor mais alto foi de 0.88 (95% IC 0.72 a 0.95) na tarefa de diagonal para flexão. Nesta tarefa, o TI obteve o menor valor de CCI (0.40, 95% IC -0.52 a 0.76) registado para qualquer músculo em qualquer tarefa. Isto parece indicar que na avaliação das tarefas funcionais, o GD é o músculo

que melhor permite distinguir entre indivíduos diferentes, independentemente do erro de medição, quando comparado com os outros músculos avaliados pelo mesmo avaliador.

Comparando as médias de CCI em cada movimento, notamos que a atividade balística foi a mais fiável com um valor médio de 0.70, seguida pela tarefa de diagonal para flexão com 0.62 e pela flexão do ombro a 90° com 0.55 de CCI. Mais uma vez, e tal como se verificou na avaliação inter-avaliador, a tarefa multiplanar revela ser mais fiável quando comparada com a monoplanar, o que suporta a sua utilização na avaliação da atividade elétrica muscular.

Assim, e tendo em conta que o GD na atividade balística apenas registou menos 0.01 de fiabilidade comparando com a sua tarefa mais fiável (0.87 vs 0.88), podemos afirmar que esta atividade aparenta ser a que melhor distingue características entre sujeitos, quando avaliada pelo mesmo avaliador. O fato de ser a tarefa mais explosiva das avaliadas neste estudo pôde levar a um aumento de variabilidade na sua execução e consequentemente maiores valores de CCI.

Outro ponto em comum com a avaliação inter-avaliador, prende-se pelo facto de o GD ter sido o músculo com maior fiabilidade tanto na normalização como na avaliação das tarefas, apesar das dificuldades já descritas na sua identificação, o que vem, uma vez mais, suportar a hipótese de um aumento de variabilidade na ativação deste músculo entre sujeitos.

Sobre o EPM e a DMD da CVM, o músculo mais concordante foi o TI (0.22mV) e o menos concordante foi o TS (0.27mV). Neste caso, não se verificou a relação entre fiabilidade e concordância, pois o músculo mais fiável na normalização foi o GD, o que pode indicar que a magnitude do EPM no GD não tenha sido o suficiente para influenciar o efeito da variabilidade. Esta ocorrência explica-se também pelas maiores amplitudes de LDC no GD, o que indica uma maior dispersão das medições, podendo mesmo identificar-se dois *outliers* pelo gráfico de Bland e Altman. Para o caso do músculo menos fiável, esse foi também o menos concordante. Os valores de DMD acompanharam os do EPM, obtendo o TI a menor DMD com 0.60mV e o TS o maior valor com 0.76mV. Assim, podemos afirmar que para a avaliação e monitorização da CVM dos músculos estudados, o TI parece ser o músculo em que mais facilmente se verificarão mudanças reais na sua atividade, aquando de medições consecutivas ao longo do tempo. Para este músculo apenas é necessária uma

diferença mínima de 0.60mV entre medições, sendo o TS o mais refratário a evoluções na sua atividade necessitando de alterações superiores a 0.76mV.

Nesse sentido, parece que durante a realização da normalização do sinal na avaliação do ombro, o músculo mais preciso é o TI, no entanto o que é melhor capaz de distinguir características individuais sob medições pelo mesmo avaliador, é o GD, pelo seu maior valor de CCI.

No que diz respeito aos valores de concordância da %CVM durante as tarefas realizadas, os valores de EPM foram relativamente baixos, não superando os 6%.

Sob o mesmo avaliador, também não se verificou a relação entre fiabilidade e concordância, na medida em que, na tarefa de flexão do ombro, que reportou os menores valores de fiabilidade dos músculos, à exceção do TI, a sua concordância foi maior. O EPM do TS foi de 1.27% e o do GD não superou os 3%. A atividade balística foi a mais fiável, contudo foi também a menos precisa tanto para o TI como para o GD em qualquer atividade, com valores de 2.77% e 5.69 %, respetivamente. Uma possível justificação para estes valores reside nos valores mais amplos dos LDC da atividade balística em comparação com a flexão do ombro a 90°, bem como valores mais altos de média das diferenças o que indica uma maior dispersão dos dados. Verifica-se também nos gráficos Bland e Altman a presença de *outliers* no GD durante a atividade balística, o que pode contribuir para a inflação destes valores. Para além disto, é também possível aferir que, a variabilidade entre os indivíduos na ativação destes músculos tenha sido tão elevada que os valores de EPM não tiveram influência.

Os valores de DMD acompanharam os do EPM, com o GD a registar os valores mais elevados em qualquer tarefa na ordem dos 15% na tarefa de diagonal para flexão e na atividade balística e dos 7.5% na flexão do ombro a 90°. O TS não foi além dos 10% e o TI obteve um valor máximo de 7.67% na atividade balística. O GD aparenta então ser o mais refratário a evoluções na sua atividade, necessitando de maiores diferenças entre medições sob o mesmo avaliador para se considerarem mudanças de atividade efetivas.

A tarefa que melhor permite identificar alterações na atividade dos músculos TS e GD é a tarefa de flexão do ombro a 90°, com valores de EPM e DMD de 1.27% e 3.51% e 2.70% e 7.48%, respetivamente. Para o TI, a atividade que melhor parece identificar

alterações nesse músculo foi a tarefa de diagonal para flexão, com um EPM de 1.72% e uma DMD de 4.78%, o que significa que podemos inferir com 95% de confiança que uma diferença maior que 4.78% na atividade desse músculo entre avaliações consecutivas efetuadas pelo mesmo avaliador durante a tarefa em questão representa uma mudança real que supera o erro do instrumento.

Que seja do nosso conhecimento, é escassa ou inexistente qualquer informação sobre a fiabilidade teste-reteste e concordância da %CVM com base nas atividades utilizadas tornando difícil a comparação dos nossos resultados com os de outros estudos. No entanto, estudos anteriores optaram por estudar estes parâmetros para medições intra-avaliador analisando o comportamento de tarefas em fase concêntrica e excêntrica (Grime et al., 2018; Seitz & Uhl, 2012), tendo sido obtido valores de CCI bons e excelentes (>0.80) na maioria dos casos, o que supera os dados obtidos no nosso estudo. Ambos os estudos avaliaram também o EPM do valor de %CVM, em que este variou entre 8.6% e 22.7% no trabalho de Grime et al., (2018), valores comparativamente elevados. Já no estudo de Seitz e Uhl (2012), para além do EPM foram também calculados os valores da DMD, variando estes entre 2.3% e 8.0%, e 3.2% e 11.4%, respetivamente, verificando-se assim dados semelhantes aos do nosso trabalho, com uma tendência para o GD ser o músculo com maior fiabilidade e menor concordância.

Num outro estudo, cujo objetivo foi estudar a fiabilidade teste-reteste intra-avaliador da %CVM dos músculos TS e DA na contração dinâmica conjunta (englobando movimento concêntrico e excêntrico) durante a tarefa de flexão máxima do ombro no plano sagital, a fiabilidade do TS foi elevada (CCI=0.96), superando os valores registados neste mesmo músculo nas tarefas do nosso estudo. No entanto, registou um valor de EPM de 19.91%, sendo este valor 6 vezes maior do que o registado no TS durante a tarefa de diagonal para flexão (3.27% - valor mais alto em qualquer tarefa para o TS).

A fiabilidade intra-dia da tarefa diagonal de flexão foi alvo de estudo por Ekstrom et al. (2005), em que tanto o TI como o GD registaram valores excelentes de fiabilidade, com um CCI de 0.94, seguidos pelo TS (CCI=0.83). Estes números superaram em muito os valores de 0.57 para o TS e 0.40 para o TI obtidos nas nossas medições. O GD foi o músculo que mais se assemelhou com uma boa fiabilidade, revelando um valor de 0.80 CCI.

Em jeito de sistematização e fazendo uma comparação breve entre ambas as avaliações – inter e intra-avaliador - na normalização do sinal, o GD foi o músculo que melhor distingue diferenças entre indivíduos e o TS o menos fiável e o menos concordante, independentemente do avaliador. As tarefas avaliadas por avaliadores diferentes foram globalmente mais precisas em comparação com a avaliação intra-avaliador, destacando-se o valor de CCI=0.94 do TS na tarefa de diagonal de flexão. Este fato revela que, as diferenças introduzidas pelos dois avaliadores não foram suficientes para influenciar significativamente os resultados de fiabilidade, demonstrando que o instrumento em estudo é tão ou mais fiável quando utilizado por avaliadores diferentes, comparativamente com a sua utilização pelo mesmo avaliador. Uma outra possível explicação para estes resultados pode estar relacionada com o fato de a avaliação inter-avaliador ter sido realizada no mesmo dia, estando por isso o segundo momento de avaliação mais presente na memória dos participantes.

A tarefa que melhor distingue características entre sujeitos sob medições de diferentes avaliadores foi a tarefa de diagonal para flexão e a atividade balística demonstrou ser a mais fiável quando avaliada com o mesmo avaliador. A tarefa de flexão do ombro a 90° foi onde se verificaram medições mais precisas, independentemente do avaliador.

4.3. Contributo e limitações do estudo

Como referido, este estudo foi o primeiro a avaliar propriedades psicométricas de um instrumento de EMGs com recurso a dois avaliadores, permitindo assim dados inter e intra-avaliador, sendo que os resultados intra-avaliador resultam ainda de dois momentos de avaliação separados por um período médio de 6 dias. O fato de ter havido dois avaliadores revela-se importante, pois a utilização deste tipo de instrumentos pode ser utilizada por profissionais diferentes. Também a fiabilidade inter-dia permite uma aproximação à prática clínica, pois os utentes são avaliados em vários momentos ao longo do seu processo de reabilitação. Outro ponto relevante, é o fato de os avaliadores serem cegos em relação aos resultados da primeira avaliação. Este estudo definiu valores de fiabilidade da CVM e da %CVM do instrumento EMG que carecia de valores referência. Foram também determinados os valores de EPM e de DMD permitindo inferir sobre a diferença significativa que supera o erro de medição instrumento, incluindo tarefa e avaliadores.

Contudo, este estudo apresenta algumas limitações, desde a recolha da amostra, aos diversos fatores a ter em conta quando se trabalha com EMGs

O facto de ter sido recrutada uma amostra por conveniência não nos permite estabelecer afirmações com um maior rigor estatístico para a população em geral, apesar de terem participado mais sujeitos ($n=23$) do que os estipulados pela fórmula de cálculo da amostra ($n=18$).

Para além da limitação encontrada na amostra, quando se recorre à EMGs, existem um conjunto de fatores que podem levar a flutuações significativas aquando da recolha do sinal mioelétrico, aumentado assim a variabilidade entre medições e consequentemente a sua precisão e exatidão (De Luca, 1997). Neste estudo identificamos fatores que podem ter influenciado a recolha do sinal, como as características fisiológicas/anatómicas dos participantes, fenómenos de *crosstalk* e deslocamento de eléctrodos e possíveis erros técnicos relacionados com a preparação da pele, a colocação e fixação dos eléctrodos e o próprio conhecimento técnico tanto do instrumento como do *software* que foi utilizado.

A colocação dos eléctrodos em participantes com variadas fisionomias foi um desafio, na medida em que, por vezes, era difícil identificar os músculos a serem avaliados, principalmente o GD, ou então havia pouca massa muscular onde colocar os eléctrodos, principalmente em pessoas mais magras.

A recolha de dados com sensores superficiais fornece-nos informação eletromiográfica de uma pequena região do músculo no local onde se colocam os eléctrodos. A qualidade da recolha está também relacionada com a qualidade dos eléctrodos e da sua fixação. Apesar de uma colocação cuidada e confirmação visual da leitura “crua” do sinal eletromiográfico, não é possível garantir a inexistência de *crosstalk* dos músculos envolventes nem a presença de ruídos artefactos nas leituras recolhidas. Apesar disto, alguns estudos já vieram demonstrar que a utilização de eléctrodos de superfície nos músculos TS e TI é muito pouco contaminada por fenómenos de *crosstalk* (Ginn, Cools, & Halaki, 2020; Waite, Brookham, & Dickerson, 2010). Não é possível também garantir que não tenha havido um deslocamento dos eléctrodos durante a contração muscular, principalmente nas tarefas dinâmicas.

Reconhecemos também que estes resultados são específicos para o modo de normalização utilizado (CVM) e para as tarefas avaliadas, não sendo possível extrapolar para a generalidade de testes e movimentos.

Contudo, este estudo contribuiu para o avanço da ciência e abre caminho para novas investigações. A amostra utilizada foi composta por indivíduos saudáveis assintomáticos, pelo que seria interessante estudar as propriedades psicométricas do instrumento numa população clínica que será a principal “beneficiária” deste instrumento, expandindo também o leque de músculos avaliados.

5. Conclusão

Este estudo determinou a fiabilidade teste-reteste inter e intra-avaliador para o sistema EMG da *Physioplux* ao nível do ombro. Para a CVM, o músculo GD apresentou uma boa fiabilidade independentemente do avaliador, e o TI obteve também um valor suficiente para uso em contexto de investigação quando avaliado com o mesmo avaliador. Na %CVM, o GD foi também o único músculo a obter valores de CCI acima de 0.70 em todas as atividades, independentemente do avaliador. Na tarefa de diagonal para flexão inter-avaliador, todos os músculos obtiveram bons valores de fiabilidade, sendo que o único valor de fiabilidade excelente obtido neste estudo, e suficiente para uso em contexto clínico, corresponde ao TS nessa mesma tarefa.

Foram também determinados os valores do erro do instrumento e a DMD necessária para inferir sobre a diferença significativa que supera o erro do instrumento. Diferenças relativamente pequenas (máximo de 10%) ao longo do tempo podem ser interpretadas como mudanças reais no sujeito à exceção do GD, na sua generalidade.

O EMG da *Physioplux* identifica-se como um sistema moderadamente fiável, sendo necessário prudência na sua utilização em contexto de investigação e clínico.

6. Referências Bibliográficas

- Andersen, K. S., Christensen, B. H., Samani, A., & Madeleine, P. (2014). Between-day reliability of a hand-held dynamometer and surface electromyography recordings during isometric submaximal contractions in different shoulder positions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(5), 579–587.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.05.007>
- Bagesteiro, L. B., & Sainburg, R. L. (2002). Handedness: Dominant arm advantages in control of limb dynamics. *Journal of Neurophysiology*, 88(5), 2408–2421.
<https://doi.org/10.1152/jn.00901.2001>
- Ball, N., & Scurr, J. (2010). An assessment of the reliability and standardisation of tests used to elicit reference muscular actions for electromyographical normalisation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(1), 81–88.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.09.004>
- Briggs, A., Woolf, A., Dreinhofer, K., Homb, N., Hoy, D., Kopansky-Giles, D., ... March, L. (2018). Reducing the global burden of musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ*, (96), 366–368. <https://doi.org/10.2471/BLT.17.204891>
- Burden, A. (2010). How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(6), 1023–1035.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.07.004>
- Carvalho, D. da S. (2019). *Impacto do Treino de Placagens na Atividade Muscular do Complexo Articular do Ombro em Atletas de Rugby - Análise Eletromiográfica*.
- Chester, R., Smith, T. O., Hooper, L., & Dixon, J. (2010). The impact of subacromial impingement syndrome on muscle activity patterns of the shoulder complex: A systematic review of electromyographic studies. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11.
<https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-45>
- Cid, M. M., Januario, L. B., Zanca, G. G., Mattiello, S. M., & Oliveira, A. B. (2018). Normalization of the trapezius sEMG signal – a reliability study on women with and without neck-shoulder pain. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 22(2), 110–119.

<https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.09.007>

- Cieza, A., Causey, K., Kamenov, K., Hanson, S. W., Chatterji, S., & Vos, T. (2020). Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10267), 2006–2017. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32340-0)
- Cools, A. M., Witvrouw, E. E., Declercq, G. A., Danneels, L. A., & Cambier, D. C. (2003). Scapular muscle recruitment patterns: Trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *American Journal of Sports Medicine*, 31(4), 542–549. <https://doi.org/10.1177/03635465030310041101>
- De Luca, C. J. (1997). The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), 135–163. <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>
- de Oliveira, F. C. L., Bouyer, L. J., Ager, A. L., & Roy, J. S. (2017). Electromyographic analysis of rotator cuff muscles in patients with rotator cuff tendinopathy: A systematic review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 35, 100–114. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.06.002>
- de Vet, H. C., Terwee, C. B., Ostelo, R. W., Beckerman, H., Knol, D. L., & Bouter, L. M. (2006). Minimal changes in health status questionnaires: Distinction between minimally detectable change and minimally important change. *Health and Quality of Life Outcomes*, 4(Mic), 3–7. <https://doi.org/10.1186/1477-7525-4-54>
- de Vet, H. C. W., Terwee, C. B., Knol, D. L., & Bouter, L. M. (2006). When to use agreement versus reliability measures. *Journal of Clinical Epidemiology*, 59(10), 1033–1039. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2005.10.015>
- Diederichsen, L. P., Nørregaard, J., Dyhre-Poulsen, P., Winther, A., Tufekovic, G., Bandholm, T., ... Krogsgaard, M. (2009). The activity pattern of shoulder muscles in subjects with and without subacromial impingement. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(5), 789–799. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.08.006>
- Ekstrom, R. A., Donatelli, R. A., & Soderberg, G. L. (2003). Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(5), 247–258.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.5.247>

- Ekstrom, R. A., Soderberg, G. L., & Donatelli, R. A. (2005). Normalization procedures using maximum voluntary isometric contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *15*(4), 418–428. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.09.006>
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: What, why and how it influences muscle function. *Journal of Physiology*, *586*(1), 11–23. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.139477>
- Feldner, H. A., Howell, D., Kelly, V. E., McCoy, S. W., & Steele, K. M. (2019). “Look, Your Muscles Are Firing!”: A Qualitative Study of Clinician Perspectives on the Use of Surface Electromyography in Neurorehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *100*(4), 663–675. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.09.120>
- Ginn, K. A., Cools, A., & Halaki, M. (2020). Do surface electrodes validly represent lower trapezius activation patterns during shoulder tasks? *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *53*(August 2019), 102427. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102427>
- Giraudeau, B., & Mary, J. Y. (2001). Planning a reproducibility study: How many subjects and how many replicates per subject for an expected width of the 95 per cent confidence interval of the intraclass correlation coefficient. *Statistics in Medicine*, *20*(21), 3205–3214. <https://doi.org/10.1002/sim.935>
- Greving, K., Dorrestijn, O., Winters, J. C., Groenhof, F., Van Der Meer, K., Stevens, M., & Diercks, R. L. (2012). Incidence, prevalence, and consultation rates of shoulder complaints in general practice. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, *41*(2), 150–155. <https://doi.org/10.3109/03009742.2011.605390>
- Grime, A., Daines, S., Pringle, L., Heang, L., & Ribeiro, D. C. (2018). The within-day reliability of scapular and shoulder emg measurements in asymptomatic individuals during shoulder abduction. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, *46*(2), 67–72. <https://doi.org/10.15619/NZJP/46.2.02>
- Ha, S. M., Cynn, H. S., Kwon, O. Y., Park, K. N., & Kim, G. M. (2013). A reliability of electromyographic normalization methods for the infraspinatus muscle in healthy

- subjects. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), 69–76. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0007>
- Hackett, L., Reed, D., Halaki, M., & Ginn, K. A. (2014). Assessing the validity of surface electromyography for recording muscle activation patterns from serratus anterior. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(2), 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.01.007>
- Hawkes, D. H., Alizadehkhayat, O., Kemp, G. J., Fisher, A. C., Roebuck, M. M., & Frostick, S. P. (2012). Shoulder muscle activation and coordination in patients with a massive rotator cuff tear: An electromyographic study. *Journal of Orthopaedic Research*, 30(7), 1140–1146. <https://doi.org/10.1002/jor.22051>
- Hill, C. L., Gill, T. K., Shanahan, E. M., & Taylor, A. W. (2010). Prevalence and correlates of shoulder pain and stiffness in a population-based study: The North West Adelaide Health Study. *International Journal of Rheumatic Diseases*, 13(3), 215–222. <https://doi.org/10.1111/j.1756-185X.2010.01475.x>
- Huang, T. S., Ou, H. L., Huang, C. Y., & Lin, J. J. (2015). Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesis. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 24(8), 1227–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.12.022>
- Imagama, S., Ando, K., Kobayashi, K., Seki, T., Hamada, T., Machino, M., ... Hasegawa, Y. (2020). Shoulder pain has most impact on poor quality of life among various types of musculoskeletal pain in middle-aged and elderly people: Yakumo study. *Modern Rheumatology*, 30(3), 568–572. <https://doi.org/10.1080/14397595.2019.1623364>
- Initiative, U. S. B. and J. (2015). *Burden of Musculoskeletal Diseases in the United States: Prevalence, Societal and Economic Costs* (3rd Editio; USBJI, ed.). Retrieved from <http://www.boneandjointburden.org>
- Jang, M. H., Ahn, S. J., Lee, J. W., Rhee, M. H., Chae, D., Kim, J., & Shin, M. J. (2018). Validity and Reliability of the Newly Developed Surface Electromyography Device for Measuring Muscle Activity during Voluntary Isometric Contraction. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4068493>

- Johnson, V. L., Halaki, M., & Ginn, K. A. (2011). The use of surface electrodes to record infraspinatus activity is not valid at low infraspinatus activation levels. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *21*(1), 112–118.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.08.007>
- Jordan, K. P., Kadam, U. T., Hayward, R., Porcheret, M., Young, C., & Croft, P. (2010). Annual consultation prevalence of regional musculoskeletal problems in primary care: An observational study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *11*.
<https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-144>
- Khoddami, S. M., Talebian, S., Izadi, F., & Ansari, N. N. (2017). Validity and Reliability of Surface Electromyography in the Assessment of Primary Muscle Tension Dysphonia. *Journal of Voice*, *31*(3), 386.e9-386.e17.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.09.010>
- Kibler, W. Ben, Thomas, S. J., & Sciascia, A. D. (2019). Mechanics, Pathomechanics and Injury in the Overhead Athlete. *Mechanics, Pathomechanics and Injury in the Overhead Athlete*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-12775-6>
- Kimberlin, C. L., & Winterstein, A. G. (2008). Validity and reliability of measurement instruments used in research. *American Journal of Health-System Pharmacy*, *65*(23), 2276–2284. <https://doi.org/10.2146/ajhp070364>
- Kok, J. De, Vroonhof, P., Snijders, J., Roullis, G., Clarke, M., Peereboom, K., ... Isusi, I. (2019). Work-related MSDs: prevalence, costs and demographics in the EU (European Risk Observatory Executive summary). *Publications Office of the European Union*, 1–18.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, *15*(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Kottner, J., Audigé, L., Brorson, S., Donner, A., Gajewski, B. J., Hróbjartsson, A., ... Streiner, D. L. (2011). Guidelines for reporting reliability and agreement studies (GRRAS) were proposed. *Journal of Clinical Epidemiology*, *64*(1), 96–106.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.03.002>

- Leong, H. T., Ng, G. Y. fat, Chan, S. C., & Fu, S. N. (2017). Rotator cuff tendinopathy alters the muscle activity onset and kinematics of scapula. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 35, 40–46.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.05.009>
- Lewis, J. (2015). Rotator cuff related shoulder pain: Assessment, management and uncertainties. *Manual Therapy*, 23, 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.03.009>
- Littlewood, C. (2012). Contractile dysfunction of the shoulder (rotator cuff tendinopathy): An overview. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 20(4), 209–213.
<https://doi.org/10.1179/2042618612Y.0000000005>
- Littlewood, C., May, S., & Walters, S. (2013). Epidemiology of Rotator Cuff Tendinopathy: A Systematic Review. *Shoulder and Elbow*, 5(4), 256–265.
<https://doi.org/10.1111/sae.12028>
- Luime, J. J., Koes, B. W., Hendriksen, I. J. M., Burdorf, A., Verhagen, A. P., Miedema, H. S., & Verhaar, J. A. N. (2004). Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 33(2), 73–81. <https://doi.org/10.1080/03009740310004667>
- Lynn, S. K., Watkins, C. M., Wong, M. A., Balfany, K., & Feeney, D. F. (2018). Validity and reliability of surface electromyography measurements from a wearable athlete performance system. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(2), 205–215.
- Mathiassen, S. E., Winkel, J., & Hägg, G. M. (1995). Normalization of surface EMG amplitude from the upper trapezius muscle in ergonomic studies - A review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 5(4), 197–226. [https://doi.org/10.1016/1050-6411\(94\)00014-X](https://doi.org/10.1016/1050-6411(94)00014-X)
- McDonald, A. C., Sonne, M. W. L., & Keir, P. J. (2017). Optimized maximum voluntary exertion protocol for normalizing shoulder muscle activity. *International Biomechanics*, 4(1), 9–16. <https://doi.org/10.1080/23335432.2017.1308835>
- Merletti, R., Campanini, I., Rymer, W. Z., & Disselhorst-Klug, C. (2021). Editorial: Surface Electromyography: Barriers Limiting Widespread Use of sEMG in Clinical Assessment and Neurorehabilitation. *Frontiers in Neurology*, 12(February), 10–13.

<https://doi.org/10.3389/fneur.2021.642257>

- Mirka, G. A. (1991). The quantification of EMG normalization error. *Ergonomics*, 34(3), 343–352. <https://doi.org/10.1080/00140139108967318>
- Neumann, D. A., & Camargo, P. R. (2019). Kinesiologic considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles - part 1: serratus anterior. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 23(6), 459–466. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.01.008>
- Norcross, M. F., Troy Blackburn, J., & Goerger, B. M. (2010). Reliability and interpretation of single leg stance and maximum voluntary isometric contraction methods of electromyography normalization. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(3), 420–425. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.08.003>
- Paine, R. M., & Voight, M. (2013). The role of the scapula. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8(5), 617–629. <https://doi.org/10.2519/jospt.1993.18.1.386>
- Pribicevic, M. (2012). The Epidemiology of Shoulder Pain: A Narrative Review of the Literature. *Pain in Perspective*. <https://doi.org/10.5772/52931>
- Rota, S., Rogowski, I., Champely, S., & Hautier, C. (2013). Reliability of EMG normalisation methods for upper-limb muscles. *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1696–1704. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.796063>
- Seitz, A. L., & Uhl, T. L. (2012). Reliability and minimal detectable change in scapulothoracic neuromuscular activity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(6), 968–974. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.05.003>
- Struyf, F., Cagnie, B., Cools, A., Baert, I., Brempt, J. Van, Struyf, P., & Meeus, M. (2014). Scapulothoracic muscle activity and recruitment timing in patients with shoulder impingement symptoms and glenohumeral instability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(2), 277–284. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.12.002>
- Thompson, D. J., & Wesolowski, B. (2018). Standard Error of Measurement. *The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation*, 1588–1590. <https://doi.org/10.4135/9781506326139.n658>
- Waite, D. L., Brookham, R. L., & Dickerson, C. R. (2010). On the suitability of using surface electrode placements to estimate muscle activity of the rotator cuff as

recorded by intramuscular electrodes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(5), 903–911. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2009.10.003>

Walter, S. D., Eliasziw, M., & Donner, A. (1998). Sample size and optimal designs for reliability studies. *Statistics in Medicine*, 17(1), 101–110.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0258\(19980115\)17:1<101::AID-SIM727>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0258(19980115)17:1<101::AID-SIM727>3.0.CO;2-E)

7. Apêndice

Apêndice I

Cartaz digital de divulgação do estudo

PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO "ESTUDO DA FIABILIDADE TESTE-RETESTE DE UM ELECTROMIOGRAFO DE SUPERFÍCIE NA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE MUSCULAR DO JOELHO E OMBRO"

.....

É SAUDÁVEL E TEM ENTRE 18 e 64 ANOS?

GOSTAVA DE PARTICIPAR NUM PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO?

Somos estudantes do Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas realizado em conjunto pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal, Nova Medical School e Escola Nacional de Saúde Pública da Universidade Nova de Lisboa. No âmbito do nosso projecto de investigação procuramos potenciais participantes que aceitem colaborar na validação de um instrumento utilizado para medir a actividade muscular.



Em que consiste o estudo?

A finalidade deste projecto é estudar a fiabilidade de um electromiografo de superficie na avaliação da actividade muscular do joelho e do ombro durante a realização de exercicios especificos.

Após verificação dos critérios de elegibilidade, será avaliada a actividade muscular do joelho e do ombro de cada participante, em dois momentos no tempo, separados por 7 dias, na Clinica Flexus (Lisboa).



Quais as vantagens em participar?

Não existe garantia que irá beneficiar do estudo no imediato. No entanto, o conhecimento que pensamos vir adquirir contribuirá para verificar a fiabilidade de um instrumento amplamente utilizado na prática clinica dos fisioterapeutas na avaliação e monitorização da actividade muscular.

O estudo não apresenta qualquer risco associado. O método de avaliação da actividade muscular não é invasivo e, como tal, não são esperadas quaisquer implicações negativas para os participantes envolvidos. Se assim o entender poderá abandonar o estudo a qualquer momento sem necessidade de qualquer explicação.

Existem desvantagens ou riscos?



Como participar?

Envie um mail para: estudoemgs2021@gmail.com ou Ligue para os seguintes números 918 526 880 ou 912 984 047



Apêndice II

Manual de recrutamento

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SETÚBAL- ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE MESTRADO EM FISIOTERAPIA CONDIÇÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS

Fiabilidade Teste-Retesta da Eletromiografia de Superfície na avaliação da atividade muscular do
Joelho e Ombro.

Diogo Rodrigues, Pedro dos Santos, Marco Jardim, Rita Fernandes

Protocolo para Recrutamento dos Participantes no Estudo

1a Fase - Identificação de potenciais participantes (identificação e primeira triagem)

O estudo será divulgado à comunidade do IPS através da distribuição de panfletos pelo Campus, através das redes sociais da Escola Superior de Saúde (ESS/IPS) e através do envio de email para os endereços institucionais, pelo secretariado da ESS/IPS. Acrescentando, os investigadores principais do estudo também divulgarão o estudo através das suas próprias redes sociais. Qualquer método divulgativo será composto por informações sobre o estudo, as condições de participação, os procedimentos para participação e os contactos dos responsáveis (telemóvel e email). Qualquer indivíduo que tome conhecimento do estudo, através de qualquer canal de divulgação, poderá inscrever-se para verificação de elegibilidade, entrando em contacto através do número de telemóvel ou email disponibilizados.

2a Fase – Averiguação dos critérios de inclusão/exclusão

Após contato com os investigadores, será acordada uma hora e um local (Lab da ESS/IPS ou Clínica Flexus) para os voluntários se apresentarem, a fim de confirmar a sua elegibilidade pela ausência de critérios de exclusão, ficando esta triagem a cargo de um dos investigadores.

A amostra de participantes a incluir no estudo deverá apresentar como critérios de inclusão indivíduos adultos assintomáticos e saudáveis de idades compreendidas entre 18 e 64 anos que saibam ler e escrever português europeu; indivíduos que não apresentem qualquer condição clínica/patologia (músculo-esquelética, neurológica, pulmonar ou cardíaca) ou sintomas que possam afetar a realização dos exercícios em estudo.

Para além destes critérios, serão excluídos do estudo do joelho, indivíduos com historial clínico de cirurgia ou historial de lesão membro inferior nos últimos 6 meses prévios à inclusão no estudo. E indivíduos que apresentem qualquer lesão no membro superior dominante, coluna cervical e/ou torácica durante os 2 anos prévios à inclusão do estudo, bem como historial clínico de tratamentos conservadores e/ou cirúrgicos para alguma lesão no ombro serão excluídos do estudo do ombro

Para verificação de presença de critérios de exclusão, será aplicada a seguinte *Checklist* por um dos investigadores a todos os potenciais participantes dos grupos, em que terão de responder aos seguintes critérios:

Checklist Critérios - Joelho	Sim
Historial de patologia crónica do foro músculo-esquelético que afete as articulações do membro inferior	
Historial de patologia do foro neurológico, pulmonar ou cardíaca que afetem motricidade ou mobilidade do membro inferior	
Historial de cirurgia ou lesão no membro inferior nos últimos 6 meses	

Checklist Critérios - Ombro	Sim
Historial de patologia crónica do foro músculo-esquelético que afete as articulações do membro superior e/ou axial	
Historial de patologia do foro neurológico, pulmonar ou cardíaca que afetem motricidade ou mobilidade do membro superior e/ou axial	
Historial de lesão no membro superior dominante, coluna cervical e/ou torácica nos últimos 2 anos	
Historial clínico de tratamentos conservadores e/ou cirúrgicos para alguma lesão no ombro	

A presença de algum critério presente na *checklist* inviabiliza a participação no estudo. Contudo, um mesmo participante pode ser inelegível para o estudo do ombro, mas elegível para o estudo do joelho, ou vice-versa.

3a Fase – Convite à participação no estudo

Os participantes que cumpram todos os critérios, serão convidados a ingressar no estudo. Ser-lhes-á entregue a Carta Explicativa, o Consentimento Informado e um questionário de autopreenchimento de Caracterização Sociodemográfica que terá como objetivo caracterizar a amostra integrante no estudo. Qualquer indivíduo terá toda a liberdade de colocar dúvidas através dos contactos presentes nos documentos supra-citados ou presencialmente, no processo de verificação de critérios.

Apêndice III

Carta explicativa

INSTITUTO POLITÉCNICO DE SETÚBAL-ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE
MESTRADO EM FISIOTERAPIA CONDIÇÕES MÚSCULO-ESQUELÉTICAS

*Fiabilidade Teste-Reteste da Eletromiografia de Superfície na avaliação da atividade muscular do
Joelho e Ombro.*

Diogo Rodrigues, Pedro dos Santos, Marco Jardim, Rita Fernandes

Carta Explicativa

Gostaríamos de convidá-lo(a) a participar neste estudo. No entanto, antes de tomar qualquer decisão, é muito importante que compreenda as razões que motivam a realização deste estudo e o grau de envolvimento que lhe será pedido a si. Dessa forma, utilize o tempo que necessitar para, de forma consciente, ler a informação a seguir apresentada e, decidir se deseja ou não participar neste estudo. Caso surja alguma dúvida por favor não hesite em contar-nos, pois estaremos disponíveis a responder a qualquer questão.

Este documento inclui duas partes:

1. Apresenta-lhe informação sobre o objetivo deste estudo e o grau de envolvimento que lhe será pedido;
2. Oferecer-lhe informação mais detalhada sobre a forma como o estudo será conduzido.

Qual é a finalidade deste estudo?

A finalidade deste estudo é avaliar a fiabilidade teste-reteste do eletromiógrafo de superfície - *biosignalsflux* - na avaliação da contração muscular dos músculos do joelho e do ombro.

A fiabilidade teste-reteste foca-se na capacidade que um instrumento/sistema de avaliação tem de detetar diferenças e características reais e individuais de cada participante e em momentos de avaliação distintos no tempo.

Porque fui convidado?

Foi convidado(a) para participar neste estudo por reunir características específicas de

participação no estudo. Este estudo considerará elegíveis indivíduos adultos assintomáticos e saudáveis de idades compreendidas entre 18 e 64 anos que saibam ler e escrever português europeu. Serão excluídos indivíduos que apresentem qualquer condição clínica/patologia central ou periférica (músculo-esquelética, neurológica, pulmonar ou cardíaca) ou sintomas que possam afetar a realização dos exercícios em estudo. Para além destes critérios, serão excluídos do estudo do joelho, indivíduos com historial clínico de cirurgia ao membro inferior ou historial de lesão nos últimos 6 meses prévios à inclusão no estudo. E indivíduos que apresentem qualquer lesão no membro superior dominante, coluna cervical e/ou torácica durante os 2 anos prévios à inclusão do estudo, bem como historial clínico de tratamentos conservadores e/ou cirúrgicos para alguma lesão no ombro serão excluídos do estudo do ombro.

Tenho mesmo de participar?

A decisão de participação neste estudo é única e exclusivamente sua. O estudo e os respetivos procedimentos serão descritos ao longo desta carta explicativa/informativa. A decisão de participação deverá ser refletida e, como tal, terá o tempo que necessitar para ler, compreender e, caso surja alguma dúvida, colocar as questões que identificar como pertinentes. É livre de não participar no estudo ou ainda, caso aceite participar, desistir do mesmo a qualquer momento sem que tenha de se justificar. Independentemente da sua decisão, a mesma não afetará o seu futuro tratamento e/ou os seus direitos de saúde e legais.

O que acontece se aceitar participar?

Se desejar participar neste estudo iremos primeiro confirmar que reúne todos os critérios para ser incluído(a), em que seguiremos uma *checklist* dos critérios de inclusão e exclusão no estudo. Para isso, será agendada uma data e hora, da sua conveniência, para comparecer nas instalações da Clínica Flexus em Lisboa na zona do Saldanha (Rua Actor Taborda, 27, 1º dto, 1000-007, Lisboa) ou no *Sense & Motion Lab* da ESS-IPS (Campus do IPS – Estefanilha, 2910-761, Setúbal), conforme sua preferência geográfica. Após essa triagem, ser-lhe-ão entregues uma série de documentos para o seu preenchimento – Carta Explicativa, Consentimento Informado e Questionário Sociodemográfico.

Após concluídas estas etapas, passaremos então aos procedimentos de avaliação propriamente ditos.

Para a avaliação com recurso ao electromiógrafo de superfície *biosignalsplux*, será necessário proceder à preparação da pele para a colocação de eléctrodos. Para isso, poderá ser necessário em algumas situações retirar os pelos no local de colocação dos eléctrodos com recurso a uma gilete nova, individual e descartável e de seguida limpeza com álcool para melhor aderência dos eléctrodos. Após a sua colocação passaremos às medições da atividade muscular com recurso a diferentes movimentos do membro superior e do joelho.

A eletromiografia de superfície é um instrumento de avaliação não invasivo, que utiliza eléctrodos colocados na pele com o intuito de medir a atividade muscular do músculo onde os eléctrodos se encontram colocados.

Quais são as possíveis vantagens em participar?

Não existe garantia de que venha a retirar qualquer benefício do estudo no imediato. No entanto, este tipo de sistema é amplamente utilizado em investigação científica e na prática clínica da fisioterapia junto de utentes com patologias diversas com o objetivo de medir a atividade muscular e perceber evoluções nos tratamentos e reabilitações dos diferentes utentes. Assim, testando a fiabilidade teste-reteste deste sistema de eletromiografia de superfície, esperamos poder afirmar se os dados obtidos pelo mesmo nas diferentes avaliações são fiáveis e se pode confiar neles para retirar conclusões de evolução de tratamentos ou em investigação científica.

Todos os procedimentos de avaliação serão baseados na mais recente investigação científica nesta área.

Quais são as possíveis desvantagens ou riscos se aceitar participar?

Os procedimentos implicados na realização deste estudo não apresentam riscos associados. É uma avaliação não invasiva, não sendo assim esperadas quaisquer implicações negativas para os participantes neste estudo. No entanto, caso não se sinta confortável, ou sinta algum impacto negativo, poderá abandonar o estudo a qualquer momento sem necessidade de fornecer qualquer justificação.

Caso exista algum novo dado no decorrer do estudo que possa influenciar a sua saúde a longo prazo, será também informado sobre ele.

Tenho liberdade para abandonar o estudo a qualquer momento?

Sim. Sendo a sua participação totalmente voluntária, é, dessa forma, livre de desistir a qualquer momento do estudo sem que tenha de o justificar. Deverá, ainda assim, comunicar a sua decisão aos investigadores principais do estudo, Diogo Rodrigues e Pedro dos Santos através do seguinte endereço de email: estudoemgs2021@gmail.com. Ao comunicar a sua decisão não necessita de justificar a sua decisão de abandonar o estudo e a mesma não afetará negativamente a sua saúde atual ou futura.

O que acontece se eu não aceitar participar no estudo?

Caso não aceite participar no estudo, a sua decisão não terá qualquer impacto nos seus direitos de saúde e/ou legais.

E se houver algum problema?

Se pretende informação adicional da Instituição que suporta esta investigação, deverá falar com os investigadores principais do estudo, Diogo Rodrigues e Pedro dos Santos. Para isso, poderá contactar-nos através do seguinte endereço de email: estudoemgs2021@gmail.com.

Se surgir alguma situação desconfortável ou exista alguma reclamação sobre qualquer aspeto do estudo poderá contactar a Comissão Especializada de Ética em Investigação da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal (CEEI – ESS/IPS) através do email: ceei.ctc@ess.ips.pt

A minha participação neste estudo será confidencial?

Sim. Serão adotados um conjunto de procedimentos de natureza ética de forma a assegurar que a sua participação será mantida em confidencialidade. Os seus dados sociodemográficos, clínicos, e o resultado dos testes serão codificados e introduzidos numa base de dados sem qualquer referência ao seu nome ou outros dados identificativos. Assim, o seu nome, morada ou qualquer outro contacto não constarão em qualquer documento.

Todos os documentos em formato de papel, todos os dados eletrónicos recolhidos e todos os resultados das avaliações ficarão a cargo dos investigadores e serão guardados num arquivo seguro no IPS ou nos servidores da ESS/IPS, protegidos por *passwords*, sendo apenas consultados pela equipa de investigadores. Caso retire o seu consentimento, os seus

dados serão retirados do estudo.

O que irá acontecer com os resultados deste estudo?

Os resultados do estudo serão apresentados no âmbito do projeto de investigação do Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas, nunca sendo os participantes identificados de forma individual. Eventualmente os resultados poderão ser publicados em conferências/ revistas da especialidade, ou outra forma de disseminação. Sempre que isso aconteça, os resultados são apresentados de forma agregada, não sendo, em circunstância alguma, possível identificá-lo(a).

Os dados digitais ficarão armazenadas na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal, sendo apenas utilizado para fins de investigação e de acordo com os objetivos de investigação definidos neste estudo.

Se for do seu interesse, os resultados correspondentes à sua participação ser-lhe-ão facultados para poder analisá-los e perceber o que se observou durante a recolha dos seus dados.

Investigadores:

Diogo Marques Rodrigues, Pedro Miguel Barros Fonseca dos Santos, Marco Jardim e Rita Noélia Silva Fernandes

Endereço email: estudoemgs2021@gmail.com

Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal (ESS-IPS)

Telefone: 265709391

Muito obrigado por ler este documento,

Diogo Rodrigues e Pedro dos Santos

8. Anexos

Anexo I

Parecer da Comissão Especializada de Ética em Investigação da ESS/IPS (CEEI-ESS-IPS)



COMISSÃO ESPECIALIZADA DE ÉTICA EM INVESTIGAÇÃO

Parecer nº85/LN/2021

SOLICITAÇÃO

Revisão ética do estudo *Fiabilidade Teste-Retestes da Eletromiografia de Superfície na avaliação da atividade muscular do Joelho e Ombro*, remetido por Diogo Marques Rodrigues e Pedro Santos, no âmbito da Unidade Curricular de Trabalho de Projeto enquadrada no segundo ano do Curso de Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas, realizado em parceria entre a Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal, a Nova Medical School/ Faculdade de Ciências Médicas e Escola Nacional de Saúde Pública da Universidade Nova de Lisboa. Tem como objetivo estudar a fiabilidade teste-reteste da eletromiografia de superfície na avaliação da atividade muscular dos músculos do joelho e ombro durante a realização de diferentes exercícios. Orientação científica da Professora Doutora Rita Fernandes e Professor Marco Jardim.

DOCUMENTAL

Dossier de submissão [Protocolo do estudo, apêndices (1 - carta explicativa; 2 - Consentimento Informado; 3 - Protocolo para Recrutamento dos Participantes no Estudo; 4 - Questionário de Caracterização Sociodemográfica; 5 - Folheto publicitário do estudo)] e CVs dos dois estudantes.

ANÁLISE E PARECER

Este estudo tem como objetivo estudar as propriedades psicométricas de um novo sistema EMGs utilizado na prática clínica e em vários projetos de investigação. Especificamente, o presente estudo pretende determinar a fiabilidade intra e inter-observador deste sistema EMGs durante a realização de atividades funcionais que envolvem a articulação do joelho e do ombro em indivíduos saudáveis. As medidas EMGs consistem no Root Mean Square (RMS) e no peak torque dos músculos Vasto Interno, Vasto Externo, Bíceps Femoral e Semitendinoso- para a articulação do joelho- e dos músculos Trapézio Superior e Inferior, Grande Dentado e Deltóide Anterior - para articulação do ombro. (p. 6).

Estudo prospetivo do tipo teste-reteste (intra e inter-observador), com amostra não-probabilística por conveniência, a partir da população da região de Lisboa e Vale do Tejo, com particular enfoque na população académica do Instituto Politécnico de Setúbal (IPS).

Identificados critérios de inclusão e exclusão - *Serão considerados elegíveis indivíduos adultos saudáveis, com idades compreendidas entre os 18 e os 64 anos, que saibam ler e escrever português europeu. Serão excluídos indivíduos que apresentem qualquer condição clínica/patologia (músculo-esquelética, neurológica, pulmonar ou cardíaca) central ou periférica ou sintomas que possam afetar a realização dos exercícios em estudo (Andersen, Christensen, Samani, & Madeleine, 2014; Norcross et al., 2010); indivíduos com historial clínico de cirurgia ao membro inferior ou historial de lesão nos últimos 6 meses prévios à inclusão no estudo serão inelegíveis para o estudo do joelho (Norcross et al., 2010); e indivíduos com qualquer lesão no membro superior dominante, coluna cervical e/ou torácica durante os 2 anos prévios à inclusão do estudo, bem como historial clínico de tratamentos conservadores e/ou cirúrgicos para qualquer lesão no ombro serão excluídos do estudo do ombro.*

O estudo será divulgado à comunidade do IPS através da distribuição de panfletos no campus, através das redes sociais da Escola Superior de Saúde (ESS/IPS) e através do envio de email para os endereços institucionais, pelo secretariado da ESS/IPS; os investigadores divulgarão o estudo através das suas próprias redes sociais. O método divulgativo tem informações sobre o estudo, condições de participação, procedimentos para participação e contactos dos responsáveis (telemóvel e email) e qualquer pessoa pode inscrever-se para verificação de elegibilidade.

Após contato com os investigadores, é acordada uma hora e um local (Lab da ESS/IPS ou Clínica Flexus) para os voluntários se apresentarem, a fim de confirmar a sua elegibilidade pela ausência de critérios de exclusão, verificação a cargo de um dos investigadores.

Os que cumprirem os critérios de elegibilidade serão convidados a participar no respetivo estudo, sendo então fornecidos a Carta Explicativa e o Consentimento Informado bem como um Questionário Sociodemográfico.

Na **carta explicativa**, formato de pergunta-resposta. Identifica-se participação voluntária, possibilidade de abandono a qualquer momento, possibilidade de colocar questões e de recurso para a CEEI, confidencialidade e anonimato dos dados, por codificação, e acesso apenas aos investigadores.

O estudo será constituído por 2 momentos de avaliação, com um intervalo máximo de 7 dias entre ambos. O primeiro momento de avaliação terá a participação dos dois investigadores, por forma a ser possível calcular valores de fiabilidade intra e inter-avaliador. Assim, cada participante será separadamente avaliado pelos dois investigadores no primeiro momento de avaliação, com um intervalo de 10 minutos entre ambas as avaliações; no segundo momento de avaliação cada

participante apenas é avaliado por um avaliador. A recolha de dados será realizada no Sense & Motion Lab da ESS-IPS ou nas instalações da Clínica Flexus, em Lisboa.

Todos os dados recolhidos serão armazenados e identificados num ficheiro de computador, para posterior processamento "off-line". *"Os dados digitais ficarão armazenadas na Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Setúbal, sendo apenas utilizado para fins de investigação e de acordo com os objetivos de investigação definidos neste estudo. Se for do seu interesse, os resultados correspondentes à sua participação ser-lhe-ão facultados para poder analisá-los e perceber o que se observou durante a recolha dos seus dados."* (carta explicativa).

É no **formulário de consentimento** que se identifica o destino dos dados – "que as minhas respostas serão apresentadas no âmbito da apresentação do Trabalho de Projeto do Mestrado em Fisioterapia em Condições Músculo-Esqueléticas, mas nunca de forma individual e que, uma vez apresentados os resultados, os dados originais serão destruídos."

Sugere-se aos investigadores que integrem nos documentos que serão garantidas as condições de segurança emitidas pela DGS em relação à pandemia dada a relevância de enunciarem as medidas de proteção que serão seguidas no atual contexto.

O estudo preenche os requisitos éticos, com preocupações relativas à proteção dos direitos dos participantes, pelo que o parecer da CEEI é favorável.

22 dezembro 2021

P'la CEEI