

Pedro dos Santos Fiabilidade Teste-reteste e Erro Padrão de
Medida da Eletromiografia de Superfície na
Avaliação da Atividade Muscular do Joelho

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 realizada sob a 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 na bibliografia.

O candidato,

Local, de de

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

O(A) orientador(a),

Local, de de

DEDICATÓRIA (OPCIONAL)

Em primeiro lugar à minha Mulher, Joana e ao meu pequenote, Simão.

Aos meus Pais e Irmão.

Ao meu Avô e Natália

AGRADECIMENTOS

Não me irei alongar, mas em primeiro lugar quero agradecer a Deus por este ano maravilhoso de aprendizagem e crescimento a tantos níveis. Pela oportunidade de levar a minha busca por aprendizagem mais longe.

Agradecer a todos os Professores que contribuíram para o meu crescimento enquanto profissional e Pessoa e em especial aos queridos Professores Rita Fernandes e Marco Jardim por toda a paciência, partilha de conhecimento e dedicação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecer à minha Jo pela força constante e por tantas noites mal dormidas a correr para o quarto do pequeno Simão, fazendo o papel de mãe e de pai. Fazendo o papel de fisioterapeuta e gestora. Fazendo o papel de mulher e de filha. No fundo o papel de uma Super-mulher! O meu muito Obrigado!

A vocês pais, por me terem proporcionado a possibilidade de estudar e terem feito os sacrifícios necessários para nos criar e educar. A vocês, o meu muito obrigado por todos os valores!

A ti mano e cunhadinha, pelos jantares e apoio constante!

A ti avô e Natália, pelo estímulo constante de ir mais além e mais alto.

A toda a minha equipa da Clínica Flexus por fazerem a minha parte quando eu aparecia a dormir para trabalhar.

A todos os meus colegas de mestrado, mas em especial ao meu companheiro e parceiro de jornada, Diogo Rodrigues por estares sempre presente e estenderes a mão sempre que precisei. Obrigado pela equipa que construímos!

RESUMO

Fiabilidade Teste-Retest e Erro Padrão de Medida da Eletromiografia de Superfície na Avaliação da Atividade Muscular do Joelho

Pedro dos Santos, Marco Jardim, Rita Fernandes

Palavras-chave: fiabilidade teste-reteste; EPM; DMD; joelho; eletromiografia de superfície

INTRODUÇÃO: As queixas músculo-esqueléticas (ME) relacionadas com o joelho são extremamente comuns, representando uma taxa de prevalência de 32,1% em alguns países da Europa. As estruturas neuromusculares desempenham um papel fundamental no controlo da articulação do joelho, predispondo a lesão quando as mesmas não funcionam em pleno. Torna-se fundamental a existência de métodos fiáveis para medir a atividade muscular. Apesar da eletromiografia de superfície (EMGs) ser aceite e amplamente utilizada com esse objetivo, carece de avaliação sobre a fiabilidade teste-reteste (intra e inter-observador) e suas variáveis, erro padrão de medida (EPM) e diferença mínima detetável (DMD) na contração voluntária máxima (CVM) e percentagem da contração voluntária máxima (%CVM). **OBJECTIVOS:** Avaliar a fiabilidade teste-reteste inter e intra-avaliador, o EPM e a DMD de um sistema de EMGs (Physioplux) durante a contração voluntária máxima (CVM) do joelho e a realização de tarefas funcionais, em indivíduos saudáveis. **METODOLOGIA:** Foi recrutada uma amostra de 24 indivíduos saudáveis, avaliados em dois momentos distintos e separados por uma média de 6 dias. Os dados eletromiográficos foram normalizados pela CVM e foi calculada a %CVM durante a realização das tarefas *Wall-squat*, *Step-down* e *Step-up* dos músculos Vasto Interno (VI), Vasto Externo (VE), Bicípito Femoral (BF) e Semitendinoso (ST). Para aferir sobre a fiabilidade e concordância foram calculados os valores de coeficiente de correlação intraclass (CCI) e respetivos 95% intervalo de confiança (IC), assim como os valores de EPM e respetivos 95% limites de concordância (LDC) e a DMD. **RESULTADOS:** Obtiveram-se valores de CCI entre 0.52 e 0.80 para a CVM, sendo que o VE apresentou valores superiores a 0.70 nos dados inter e intra-avaliador e o ST no inter-avaliador. Para a %CVM, os valores de CCI de inter e intra-avaliador variaram entre 0.12 a 0.88 e 0.45 a 0.89, respetivamente. Os valores de EPM e de DMD variaram entre 0.65% a 2.07% e 1.79% e 5.74%, respetivamente.

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 principalmente clínico. Na grande maioria das medições, diferenças relativamente pequenas (máximo 5%), ao longo do tempo, podem ser interpretadas como mudanças reais no sujeito.

ABSTRACT

Test-Retest Reliability and Measurement Error of Surface Electromyography in the Evaluation of Knee Muscle Activity

Pedro dos Santos, Marco Jardim, Rita Fernandes

Key words: test-retest reliability; SEM; MDC; knee; surface electromyography

INTRODUCTION: Musculoskeletal (MS) complaints related to the knee are extremely common, representing a prevalence rate of 32.1% in some European countries. Neuromuscular structures play a key role in controlling the knee joint, predisposing it to injury when they are not fully functioning. Reliable methods for measuring muscle activity are essential. Although surface electromyography (EMGs) is accepted and widely used for this purpose, the test-retest reliability (intra and inter-observer), standard error of measurement (SEM) and minimum detectable change (MDC) in maximum voluntary contraction (MVC) and percentage of maximum voluntary contraction (%MVC), have not been evaluated. **AIMS:** To evaluate the inter and intra-rater test-retest reliability, the SEM and the MDC of an EMG system (Physioplux) during maximal voluntary contraction (MVC) and functional tasks of the knee in healthy subjects. **METHODS:** A sample of 24 healthy individuals was recruited and evaluated at two different time points separated by an average of 6 days. Electromyographic data were normalized by the MVC and %MVC was calculated during the performance of the *Wall-squat*, *Step-down* and *Step-up* tasks of the Vastus Medialis (VM), Vastus Lateralis (VL), Biceps Femoris (BF) and Semitendinosus (ST) muscles. To assess reliability and agreement, the intraclass correlation coefficient (ICC) and 95% confidence interval (CI) values were calculated, as well as the SEM and MDC values, as well as the 95% limits of agreement (LOA). **RESULTS:** ICC values between 0.52 and 0.80 were obtained for MVC, with VL (inter-rater and intra-rater) and ST (inter-rater) showing values higher than 0.70. For %MVC, the inter and intra-rater ICC values ranged from 0.12 to 0.88 and 0.45 to 0.89, respectively. The SEM and MDC values ranged from 0.65% to 2.07% and 1.79% to 5.74%, respectively.

DISCUSSION AND CONCLUSION: Physioplux's EMG appears to be as a moderate reliability system, however, caution is needed when using it under investigation and specially in clinical context. Relatively small changes (5% maximum) over time can be interpreted as real changes in the subject.

Índice

1. Introdução	1
2. Metodologia	8
2.1. Tipo de estudo	8
2.2. Cálculo da amostra	8
2.3. Participantes	8
2.4. Instrumento utilizado	9
2.5. Procedimentos	10
2.5.1. Protocolo de Recolha	11
2.5.2. Descrição das Tarefas / Atividades de Teste	13
2.6. Processamento de dados	17
2.7. Análise estatística	18
2.8. Questões Éticas	19
3. Resultados	20
3.1. Caraterização da amostra	20
3.2. Fiabilidade e concordância inter-avaliador	20
3.3. Fiabilidade e concordância intra-avaliador	24
4. Discussão de resultados	28
4.1. Fiabilidade e Concordância Inter-avaliador	28
4.2. Fiabilidade e Concordância Intra-avaliador	31
4.3. Contributo e limitações do estudo	35
5. Conclusão	37
6. Bibliografia	38
7. Apêndices	48

Apêndice I	48
Cartaz digital de divulgação do estudo	48
Apêndice II	49
Manual de Recrutamento	49
Apêndice III	52
Carta explicativa	52
Apêndice IV	58
Gráficos Bland Altman Inter-avaliador	58
Apêndice V	60
Gráficos Bland Altman Intra-avaliador	60
8. Anexos	62
Anexo I	62
Parecer da Comissão de ética Especializada em Investigação da ESS-IPS (CEEI-ESS-IPS)	62

Índice de Figuras e Tabelas

Figura 1- Colocação dos elétrodos nos Músculos VI, VE e elétrodo Terra.....	15
Figura 2- Colocação dos elétrodos nos Músculos BF e ST.....	15
Figura 3- Posição inicial para normalização do sinal dos Músculos VI	16
Figura 4 – Posição inicial para normalização do sinal dos Músculos BF e ST.....	16
Figura 5 – Realização da tarefa <i>Wall</i>	16
Figura 6 – Verificação através do goniómetro da amplitude de teste	16
Figura 7 – Realização da tarefa <i>Step</i>	17
Figura 8 – Realização da tarefa <i>Step-up</i>	17
Figura 9 – Diagramas de Bland-Altman representados através dos 95% LDC dos resultados inter-avaliador.....	23
Figura 10 – Diagramas de Bland-Altman representados através dos 95% LDC dos resultados inter-avaliador.....	27
Tabela 1- Sistematização da colocação dos elétrodos e Normalização do Sinal (SENIAM, sd)	13
Tabela 2 -Caraterização sociodemográficas dos participantes.....	20
Tabela 3- Valores de fiabilidade e concordância inter-avaliador.....	22
Tabela 4- Valores de fiabilidade e concordância intra-avaliador.....	26

Lista de Abreviaturas

BF- Bicípite Femoral

CCI- Coeficiente Correlação Intraclasse

CVM- Contração Voluntária Máxima

%CVM- Percentagem Contração Voluntária Máxima

DMD- Diferença Mínima Detectável

EIAS- Espinha Ilíaca Antero Superior

EMGs- Eletromiografia de Superfície

EPM- Erro Padrão de Medida

IC- Intervalo de Confiança

LCA- Ligamento Cruzado Anterior

LDC- Limites de Concordância

ME- Músculo-esqueléticas

mV- Milivolts

RA- Recto Anterior

RMS- Root Mean Square

SFP- Síndrome Femoro Patelar

ST- Semitendinoso

VC- Velocidade de Condução

VE- Vasto Externo

VI- Vasto Interno

1. Introdução

As condições músculo-esqueléticas (ME) são extremamente comuns por todo o mundo, estando uma grande percentagem relacionada com as lesões do joelho. Uma em cada três consultas no âmbito das condições ME é atribuída ao membro inferior, sendo a articulação do joelho a mais frequente e, dessa forma, representa 10% de todas as consultas de natureza ME nos cuidados de saúde primários (Smith et al. 2018; Jordan et al. 2010).

Em Portugal, os dados sobre o impacto financeiro e social das condições músculo-esqueléticas no joelho são escassos. Ainda assim, dos poucos trabalhos realizados sobre a incidência de lesões no desporto, dois estudos de diferentes autores, com amostras de 56 e 48 atletas de futebol, relatam que o joelho foi a segunda região anatómica mais afetada representando 25% de todas as lesões sofridas (Rodrigues, 2015; Brito, et al. 2012).

Desconhecendo-se dados mais alargados do contexto português, destacam-se outros estudos europeus e mundiais. O estudo desenvolvido por Gage, McIlvain, Collins, Fields e Comstock (2012) nos EUA, aponta para 2.5 milhões de lesões/ano no joelho relacionadas com desporto e avaliadas em contexto hospitalar. No mesmo estudo, entre 1999 e 2008, foram realizadas 6 664.324 consultas ao joelho, representando uma taxa de lesão de 2.29 por cada 1000 na população estudada. A nível europeu, especificamente na Holanda, os autores Van der Waal et al. (2006) reportam que as lesões do joelho apresentam uma taxa de incidência de 14.2%, sendo a mais elevada do membro inferior. Ainda na Europa, mais precisamente na Escócia e Holanda, a taxa de prevalência das queixas relacionadas com o joelho é 32.1% e 21.9%, respetivamente (Adamson, Ebrahim, Dieppe & Hunt, 2006; Middelkoop, Linschoten, Berger, Koes & Bierma-Zeinstra, 2008). A título de exemplo, na prática clínica dos fisioterapeutas, o joelho representa 42% das queixas e/ou lesões em atletas de corrida (Taunton, 2002).

Nos diferentes tipos de lesões de joelho, as lesões ligamentares apresentam-se como sendo uma das principais, com 27.8% de todas as lesões do joelho. As forças multidirecionais a que o joelho está sujeito explicam, muitas das vezes, a gravidade das lesões ligamentares, levando, na sua maioria, à necessidade de procedimentos cirúrgicos

com custos elevados para os sistemas de saúde. Por exemplo, 60% das cirurgias feitas a estudantes do ensino secundário estão relacionadas com lesões no joelho. Sabendo ainda que 1.7% das 6 664. 324 lesões do joelho foram tão graves que necessitaram de hospitalização, podemos afirmar que existe um peso económico elevado resultante das lesões do joelho (Gage et al. 2012; Singh, 2018). A lesão do Ligamento Cruzado Anterior (LCA), como uma das mais comuns, representa uma sobrecarga económica elevada. Mather et al. (2013), chegaram à conclusão de que os custos indiretos representam um valor de 4.24 milhões de dólares e os custos diretos, com a reconstrução do LCA, apresentam o valor de 2.78 milhões de dólares. Já em relação ao Síndrome Femoro Patelar (SFP), que de acordo com Smith et al. (2018) é uma das condições mais prevalentes, o custo médio de um paciente com esta patologia é 135€ mais elevado comparando com alguém sem patologia (Tan et al. 2010). As lesões no joelho podem representar uma reforma antecipada nos adultos e uma pior qualidade de vida auto reportada em adolescentes que já sofreram de lesão no joelho (Lam & Markbreiter 2017).

A integridade do joelho parece estar associada às suas estruturas neuromusculares conferindo-lhes o papel fundamental no controlo da articulação. Entenda-se como controlo motor todos os mecanismos e estruturas responsáveis pelo planeamento e produção de movimento, bem como pela forma como as mesmas são controladas antes e durante o movimento (Shumway-Cook e Woollacott, 2001; Bate, 1997). Nesse sentido, quando existe alguma alteração da atividade muscular/controlo motor, seja por alteração dos padrões de contração ou por alteração da intensidade de contração, ocorre um aumento de instabilidade articular e, também, maior probabilidade de desenvolvimento de lesão.

Os trabalhos desenvolvidos por Serpell et al. (2012), Crossley et al. (2016) e Shim et al. (2015) confirmam que as alterações na co-ativação do quadricípite/isquiotibiais podem levar a uma translação anterior aumentada e não controlada da tíbia, expondo o LCA a um maior estiramento/tensão e aumento de risco de falência/rutura do mesmo. As alterações da atividade muscular no joelho não influenciam apenas o LCA. Patologias como a SFP são diretamente influenciadas por estas alterações, nomeadamente alterações na intensidade da ativação muscular do Vasto Interno (VI) e Vasto Externo (VE) e seus *onsets* musculares

(Crossley et al. 2016; Powers, Witvrouw, Davis, & Crossley, 2017; Briani et al. 2018). Este défice do controlo motor, quando mantido no tempo, parece ter consequências de stress excessivo na articulação patelofemoral devido a mau posicionamento da patela, resultando em sensibilização dos nociceptores periféricos por compressão no osso subcondral, produzindo sintomatologia dolorosa (Heijden, Rijndertse, Bierma-Zeinstra & Middelkoop, 2017; Rathleff, et al. 2017; Loudon, 2016).

Assim, torna-se essencial a existência de métodos adequados e capazes de explorar a complexidade do sistema neuromuscular da articulação do joelho, não só na identificação de disfunções e/ou alterações de atividade muscular, mas também na monitorização/progresso da efetividade da intervenção clínica, de forma a suprimir interpretações e decisões subjetivas na prática clínica dos fisioterapeutas (Campanini, Disselhorst-Klug, Rymer & Merletti, 2020).

Ao longo dos anos a atividade muscular tem sido compreendida nas suas mais variadas formas, seja velocidade de condução, intensidade de contração, controlo motor ou ainda tempos de ativação (Balshaw, Fry, Maden, Kong & Folland, 2017; Zandi, Rajab, Mohseni-Bandpei, & Minoonejad, 2018). Até muito recentemente a utilização de sistemas de eletromiografia de superfície (EMGs) foi sempre associada a fins de investigação, devido aos seus elevados custos, barreiras educacionais, culturais e dificuldade de utilização deste instrumento na prática clínica (Campanini et al. 2020). No entanto, tem-se assistido a uma evolução nas suas características, deixando de ser instrumentos dispendiosos e de difícil utilização, para aparelhos portáteis, com capacidade de aquisição e processamento dos sinais mioelétricos em tempo real perfeitamente adaptados ao contexto clínico (Jang et al. 2018; Merletti & Muceli, 2019). Nesse sentido, a integração de EMGs na prática clínica dos fisioterapeutas tem sido crescente. Com capacidade para avaliar e monitorizar a atividade muscular de forma não invasiva durante um movimento ou esforço físico, o EMGs adiciona informação relevante à interpretação clínica de possíveis alterações funcionais (De Luca, 1997; Konrad, 2006; Campanini et al. 2020).

Neste contexto têm sido várias as empresas que se empenharam em desenvolver os seus sistemas de EMGs, popularizando-os no mercado e facilitando o seu acesso e utilização

na prática clínica diária. No entanto, a utilidade destes sistemas de EMGs está dependente da reprodutibilidade dos sinais mioelétricos recolhidos entre diferentes momentos de avaliação (Oskoueï, Paulin & Carman, 2013; Giannasi et al. 2020).

As diferenças nos resultados da recolha do sinal eletromiográfico podem advir de diferentes fontes de erro: fatores intrínsecos (ex: características fisiológicas, o número de unidades motoras ativas e a sobreposição de *Motor Unit Action Potential* (MUAPs)), fatores extrínsecos ou variações do ambiente e características do instrumento (ex. erros humanos no manuseamento e em especial erros técnicos). Estes fatores podem influenciar o sinal eletromiográfico recolhido e a amplitude do sinal, levando a um fenómeno conhecido como *crosstalks*, “contaminando” o sinal de músculos vizinhos (Konrad, 2006; De Luca, 1997)

De acordo com Callaghan, McCarthy & Oldham (2009), qualquer avaliação de uma componente de *performance* humana deve permitir a obtenção de dados/informação que sejam consistentes e reprodutíveis. Ao utilizarmos um instrumento de medida, é extremamente importante perceber se é possível medir um dado *outcome* de forma reprodutível (de Vet et al. 2006; Terwee, Knol, & Bouter, 2006). A reprodutibilidade é uma propriedade psicométrica que diz respeito ao grau em que diferentes medições realizadas ao longo do tempo, numa determinada população, produzem resultados similares (de Vet et al. 2006). Neste caso em específico, levanta-se a questão se as medições dos músculos VI, VE, Bicipite Femoral (BF) e Semitendinoso (ST) realizadas pelo EMGs no mesmo dia e em dias diferentes, obtêm resultados semelhantes.

De acordo com Kimberlin & Winterstein (2008) qualquer resultado obtido através de um dado instrumento de medida é composto pelo seu valor “verdadeiro/real”, que é desconhecido, e pelo valor do erro. Assim, a fiabilidade é a capacidade de distinguir as características individuais de cada participante independentemente do erro padrão de medida (EPM) associado (de Vet et al. 2006). A fiabilidade é então calculada pela taxa de variabilidade entre sujeitos a dividir pela variabilidade das medições feitas na amostra (de Vet et al. 2006b; Kottner et al. 2011). O conceito de fiabilidade pode ser dividido em fiabilidade intra e inter-dia, em que a primeira corresponde à correlação entre medições realizadas no mesmo dia e ao mesmo indivíduo. Já a fiabilidade inter-dia corresponde à

correlação entre medições realizadas em diferentes dias, ao mesmo indivíduo. As mesmas podem ser realizadas pelo mesmo ou diferentes avaliadores, correspondendo à fiabilidade intra e inter-avaliador, respetivamente (Kimberlin & Winterstein, 2008).

Esta característica psicométrica não se restringe ao instrumento em si, mas resulta da relação entre o instrumento, as circunstâncias em que está a ser utilizado e a população que está a ser avaliada, sendo ou não fiável dentro de determinados contextos e condições (Keszei et al. 2010). Uma das formas de apresentação dos valores de fiabilidade é através do CCI apresentando valores que podem variar entre “0” (fiabilidade nula) e “1” (fiabilidade absoluta), sendo que o resultado é tanto mais perfeito quanto maior a capacidade de reduzir erros associados à medição (Terwee, Knol & Bouter, 2006; Kimberlin & Winterstein, 2008).

Sabendo isto, torna-se fulcral definir os valores aceitáveis para diferentes cenários. Valores de CCI abaixo de 0.5 representam uma pobre fiabilidade e valores acima de 0.9 uma excelente fiabilidade. Se o objetivo for a utilização em contexto clínico, o valor 0.9 de CCI é aceitável, por sua vez, o valor mínimo para a utilização de instrumentos no contexto de investigação é 0.7 (Kottner et al. 2011; Terwee, Knol, & Bouter, 2006; Koo & Li, 2016).

Já em relação à concordância, esta diz respeito à semelhança dos resultados obtidos em diferentes medições ao longo do tempo, independentemente da variabilidade de sujeitos, estando diretamente relacionado com o EPM (de Vet et al. 2006; Terwee, Knol, & Bouter, 2006). O EPM, por sua vez, refere-se à medida de variabilidade do instrumento de medição em relação ao desvio padrão da população, isto é, indica quanto é que os resultados de um teste se afastam do valor “real” do teste. Segundo de Vet et al. (2006), quanto menor o valor do EPM, mais elevada será a concordância. Poderemos afirmar que um valor de EPM reduzido, em relação à variabilidade entre participantes, conduz a um valor de CCI mais próximo de “1” (de Vet et al. 2006; Giannasi et al. 2020). Emerge então um conceito importante dentro da concordância: DMD, que se refere ao valor mínimo que é capaz de superar o erro padrão de medida (de Vet et al. 2006a).

Ainda que seja uma metodologia adequada para avaliação da função neuromuscular, à data, a maioria das investigações que estudaram as propriedades psicométricas da EMGs focaram-se, sobretudo, na fiabilidade do método utilizado para a normalização do sinal e não

na análise das variáveis CCI, EPM e DMD para analisar a fiabilidade teste-reteste da CVM e %CVM na realização de diferentes atividades funcionais (Balshaw et al. 2017).

Da pesquisa realizada, à data, não existe nenhum estudo que tenha avaliado a fiabilidade ou a concordância da CVM através do CCI, EPM e DMD da EMGs ao nível da articulação joelho em indivíduos saudáveis. Existem, no entanto, outros estudos que se focam nessas propriedades psicométricas, mas em populações muito específicas. O estudo de Khoddami et al. (2017) através das variáveis CCI, EPM e DMD, revelou que o EMGs é um instrumento altamente fiável para medir a RMS, *peak torque* e duração de atividade de prolongamento de vogais (“a” e “i”) nos músculos tíreo-hióideo e cricotireóideo em sujeitos com disfonia. Este estudo revelou valores de CCI > 0.90 para a atividade da vogal “a” músculo tíreo-hióideo (95% IC 0.83 a 0.97) e músculo cricotireóideo (95% IC 0.90 a 0.98). Para a atividade da vogal “i” apresenta valores de CCI > 0.90 músculo tíreo-hióideo (95% IC 0.82 a 0.97) e músculo cricotireóideo (95% IC 0.96 a 0.99). No entanto, no mesmo estudo, o sistema não se mostrou capaz de distinguir pessoas com disfonia de pessoas sem disfonia.

Já o estudo de Sorbie et al. (2018) teve como objetivo determinar a fiabilidade inter e intra-dia do sistema de EMGs Myon 320 usando contração sub-máxima do VE durante o *Squat*. Os resultados intra-dia em relação ao VE apresentam valores de CCI = 0.95, sendo considerados excelentes. No entanto, para o mesmo músculo, o resultado obtido para a avaliação inter-dia é aceitável, mas inferior, CCI = 0.80. Adicionalmente os valores do EPM encontrados no estudo foram 2.32% no intra-dia e 1.84% no inter-dia. Embora tenham sido utilizadas variáveis como o CCI e EPM, o método escolhido para a normalização do sinal foi a contração sub-máxima e não a CVM e deixaram por analisar o VI, BF e ST.

Uma revisão sistemática com dezassete estudos realizada por Piccoli, Cescon, Barbero e D’Antona (2019) relativa à fiabilidade do EMGs de superfície na avaliação da velocidade de condução (VC) da fibra muscular demonstrou que existem várias lacunas na investigação realizada. Muitos estudos não utilizaram as diretrizes para estudos de fiabilidade e concordância (em inglês: *guidelines for reporting reliability and agreement studies* - GRRAS) propostas por Kottner et al. (2011). Da checklist GRRAS, os principais itens em falha nos estudos desta revisão foram: (item 10) em dois estudos a abordagem

estatística utilizada não foi suficientemente descrita para permitir a sua reprodução, (item 11) cinco estudos não mencionaram na secção dos resultados se seria possível estimar a VC em todos os participantes, (item 13) cinco estudos não descreveram de forma pormenorizada os coeficientes de fiabilidades, o que torna difícil uma impressão detalhada sobre o grau de fiabilidade.

Embora trabalhos como o de Vet et al. (2006) reconheçam a importância das propriedades psicométricas dos instrumentos, não existem muitos estudos com o objectivo de avaliar as variáveis supracitadas CCI, EPM e DMD da CVM e %CVM na EMGs. Tendo em conta as fragilidades da investigação apresentada, torna-se determinante a avaliação das propriedades psicométricas, nomeadamente a reprodutibilidade, dos equipamentos de EMGs atualmente utilizados em investigação e/ou clínica.

Nesse contexto, existe um sistema de EMGs amplamente utilizado em ambiente clínico e de investigação que carece de avaliação de propriedades psicométricas. Assim, o objetivo principal deste projeto será avaliar a fiabilidade teste-reteste, o erro padrão de medida e a diferença mínima detetável do eletromiografo de superfície Physioplux® na avaliação da contração muscular do joelho durante a CVM e realização dos exercícios *Wall squat*, *step-up* e *step-down*, 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 medições/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 & 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; $\rho_0=0.7$; $\rho_1 = 0.9$), o número estimado da amostra foi de 18 participantes. Contudo, para aumentar a precisão e considerando a possibilidade de desistência, 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 saibam ler e escrever português europeu. Como critérios de exclusão, considerou-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 e indivíduos com historial clínico de cirurgia ao membro inferior ou história de lesão nos 6 meses prévios ao início do estudo (Norcross et al, 2010).

Para o recrutamento da amostra, foi realizada a divulgação do estudo através do envio de emails, através do endereço electrónico criado para o projecto das redes sociais do IPS e

dos investigadores principais, onde constava informações num cartaz digital sobre o estudo (Apêndice I), as características dos potenciais participantes e procedimentos de participação.

Os interessados entraram em contato 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 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 então 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 7ª 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 EMG de superfície, com o objetivo de garantir a respetiva autonomia na aquisição, processamento e análise de dados eletromiográficos. 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) do estudo, os participantes assinaram o formulário do 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 à recolha de dados. 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., 2006; 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 de elétrodo

A colocação dos elétrodo (Figuras 1, 2) seguiu as recomendações da *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM) (Tabela 1). Antes, e para minimizar os níveis de impedância do sinal eletromiográfico (De Luca, 1997; Kasprisin & 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 elétrodo; 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 elétrodo 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 elétrodo à pele ou a existência de qualquer artefacto. De acordo (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 Vasto Interno (VI), Vasto Externo (VE), Bícipite Femoral (BF) e Semitendinoso (ST). 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 da SENIAM (Figuras 3 e 4). Estes métodos encontram-se descritos na Tabela 1.

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. Para o cálculo da CVM de cada músculo foi realizada a média aritmética das 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 (SENIAM, sd)

Músculo		Colocação dos Eléttrodos*	Normalização do Sinal EMG (CIVM)
Eléttrodos Ativos	Vasto Interno	Os eléttrodos serão colocados a 80% da distância da linha que une a Espinha Iliaca Antero Superior (EIAS) e o espaço articular na borda anterior do ligamento medial.	Participante semi-deitado numa marquesa com rolo colocado na zona poplítea. Será instruído a realizar extensão do joelho sem rotação da coxa, sendo aplicada resistência manual acima do tornozelo no sentido de flexão do joelho.
	Vasto Externo	Os eléttrodos serão colocados a 2/3 da linha que une a EIAS e a parte lateral da rótula.	Participante semi-deitado numa marquesa com rolo colocado na zona poplítea. Será instruído a realizar extensão do joelho sem rotação da coxa, sendo aplicada resistência manual acima do tornozelo no sentido de flexão do joelho.
	Bicípete Femoral	Os eléttrodos serão colocados a meio da linha imaginária entre a tuberosidade isquiática e o côndilo lateral da tíbia	Paciente em decúbito ventral, com joelho fletido a menos de 90°. Será instruído a realizar flexão do joelho, sendo aplicada resistência manual na parte distal da tíbia no sentido de extensão do joelho
	Semi-Tendinoso	Os eléttrodos serão colocados a meio da linha imaginária entre a tuberosidade isquiática e o côndilo medial da tíbia	Paciente em decúbito ventral, com joelho fletido a menos de 90°. Será instruído a realizar flexão do joelho, sendo aplicada resistência manual na parte distal da tíbia no sentido de extensão do joelho
Eléttrodo Terra		Espinha Iliaca Antero Superior do lado do membro avaliado	-----

2.5.2. Descrição das Tarefas / Atividades de Teste

Realizada a verificação e a normalização do sinal, procedeu-se à avaliação das atividades/tarefas funcionais. Os participantes foram avaliados no seu membro dominante

uma vez que este apresenta mecanismos de controlo neural distintos e mais eficientes, quando comparado com o membro não-dominante (Norcross et al., 2010).

- **Wall Squat Exercise (Figura 5)** : solicitou-se aos participantes que se colocassem encostados a uma parede com a coluna totalmente apoiada, os membros inferiores afastados da parede e os pés colocados à largura das ancas; A tibiotársica deveria permanecer a 90° ao longo de todo o movimento e o joelho formar um ângulo de 60°. O movimento foi realizado de forma contínua, partindo da posição inicial com joelho em extensão, “descendo” excentricamente até aos 60° e regressando até aos 0° de extensão do joelho (Bevilaqua-Grossi, Felicio, Simões, Coqueiro, & Monteiro-Pedro, 2005; Mirzaie et al., 2019). Para controlar viéses nos dados obtidos e garantir que todas as repetições fossem realizadas até à mesma amplitude de flexão do joelho (mesmos graus de agachamento), realizou-se uma marca na parede, visível, referente à altura que o participante deveria descer para atingir os 60° de flexão do joelho.
- **Step Down Exercise (Figura 6 e 7)**: solicitou-se aos participantes que se colocassem confortavelmente de pé com os dois membros inferiores em cima de um degrau. Posteriormente, pediu-se que descessem com o membro não avaliado, de forma que o joelho em teste atingisse os 60° de flexão, no momento exato em que o membro contra-lateral atingisse o solo com o calcanhar (Bolgla, Malone, Umberger, & Uhl, 2010; Earl, Hertel, & Denegar, 2005; Harput, Howard, & Mattacola, 2016). Para garantir a amplitude dos 60° de flexão em todos os participantes, utilizou-se um degrau ajustável em altura e confirmou-se com um goniómetro.
- **Step Up Exercise (Figura 8)** solicitou-se aos participantes que se colocassem confortavelmente de pé com o membro inferior em teste em cima de um degrau e o outro membro inferior no solo. Para garantir a amplitude dos 60° de flexão no membro em teste em todos os participantes, utilizou-se um degrau ajustável em altura e confirmou-se com um goniómetro. Posteriormente, pediu-se que subissem para cima do degrau executando força com o membro em teste (já se encontrava em cima do degrau) até que o joelho atingisse a extensão completa (0° de extensão) (Ayotte,

Stetts, Keenan, & Greenway, 2007; Selseth, Dayton, Cordova, Ingersoll, & Merrick, 2000; Simenz, Garceau, Lutsch, Suchomel, & Ebben, 2012).

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. Quando necessário, foram realizadas correções durante a realização do teste. À identificação de compensações pelos sujeitos ou alterações ao movimento “normal”, o teste foi interrompido e realizada nova avaliação.

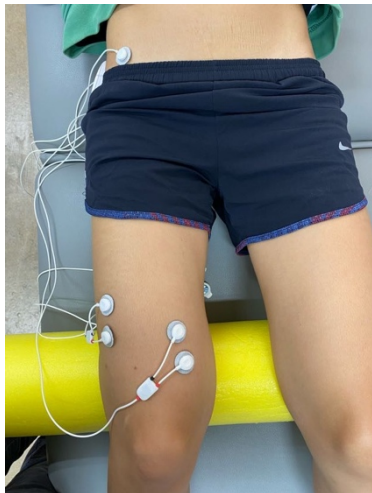


Figura 1- Colocação dos elétrodos nos Músculos VI, VE e elétrodo Terra

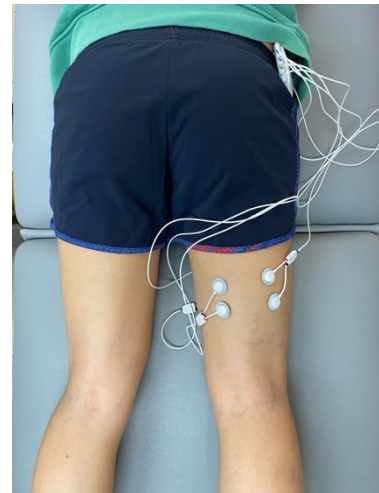


Figura 2- Colocação dos elétrodos nos Músculos BF e ST



Figura 3- Posição inicial para normalização do sinal dos Músculos VI



Figura 4- Posição inicial para normalização do sinal dos Músculos BF



Figura 5 – Realização da tarefa *Wall*



Figura 6 –Verificação através do goniómetro da amplitude de teste

Figura 7 – Realização da tarefa *Step-*Figura 8 – Realização da tarefa *Step-up*

2.6. Processamento de 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).

A forma utilizada para o cálculo da RMS é a seguinte:

$$\sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}}.$$

A mesma pode ser explicada/descrita da seguinte forma: 1) cálculo do quadrado de

cada valor obtido (estes valores podem ser vistos no ficheiro txt); 2) soma de todos os valores quadrados obtidos; 3) Cálculo da média do respetivo resultado e, por fim, 4) 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 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, 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 (20.0.22 Multilingual) 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 de Ética Especializada em Investigação da ESS-IPS (CEEI ESS/IPS). Após parecer favorável da CEEI (Anexo I), foram iniciados os procedimentos relativos à constituição da amostra e consequente 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. Caraterização da amostra

No que diz respeito à caraterização da amostra, foram incluídos 24 participantes no estudo, 10 homens e 14 mulheres com uma idade média (em anos) de 29.92 ± 5.55 . Sobre o membro dominante 87% eram destros e 13% canhotos. Do total dos participantes, 83% apresentavam a condição de “empregado” e 17% eram estudantes (Tabela 2). Nenhum participante foi excluído por problemas técnicos ou por falta de comparência durante os períodos de recolha.

Tabela 2 – Caraterísticas sociodemográficas dos participantes

Caraterísticas Sociodemográficas	
Idade (anos)	$29.92 \pm 5.55^*$
Género	n (%)
Masculino	10 (42%)
Feminino	14 (58%)
Caraterísticas antropométricas	Média (DP)
Peso (Kg)	$67.30 \pm (18.08)$
Altura (Cm)	$169.97 \pm (9.28)$
Membro Dominante	n (%)
Esquerdo	3 (13%)
Direito	21 (87%)
Situação Profissional	n (%)
Empregado	20 (83%)
Estudante	4 (17%)

3.2. Fiabilidade e concordância inter-avaliador

Os resultados relacionados com os cálculos de fiabilidade e concordância inter-avaliador encontram-se descritos na Tabela 3. No que diz respeito à fiabilidade da CVM a

maioria dos músculos em estudo apresentou valores superiores a 0.60, com exceção do VI (0.57, 95% IC 0.02 a 0.81).

Relativamente à %CVM das atividades em teste, o CCI da ativação muscular variou entre 0.12 (95% IC -0.99 a 0.61) e 0.88 (95% IC 0.67 a 0.95). Na atividade *Wall Squat*, verificou-se que todos os músculos registaram valores acima dos 0.7, com a exceção do VI que registou o valor mais baixo (0.67, 95% IC 0.25 a 0.85). Em relação ao *Step-Down*, os resultados foram diferentes, pois verificou-se que todos os músculos apresentaram valores de CCI acima de 0.6, com a exceção do BF 0.57 (95% IC -0.02 a 0.81). O *Step-Up* foi a atividade em que apenas o VE e o ST registam valores acima dos 0.6, contrastando com os 0.45 (95% IC 0.07 a 0.81) do VI e os 0.12 (95% IC -0.99 a 0.61) do BF.

No que diz respeito ao EPM da CVM, verificou-se que o VI, o BF e o ST apresentaram o mesmo valor de erro, a saber 0.19 milivolts (mV). Em contraste com os valores de erro anteriormente citados, o VE apresentou o valor mais baixo, 0.13 mV (95% LDC -0.29 a 0.44). A DMD variou entre 0.52 e 0.54 mV com exceção do VE, que apresenta valores de 0.37 mV.

Em relação ao EPM da %CVM nas diferentes atividades, os resultados obtidos variaram, na sua maioria, entre 1.01% e 1.62%. No entanto, é possível notar algumas exceções, nomeadamente o BF (0.84%) no *Wall-squat*, assim como o ST (0.65%) e o VI (2.07) no *Step-up*.

A DMD na %CVM das atividades de teste variou entre 2.33% (BF, *Wall-Squat*) e 4.48% (BF, *Step-up*). Importante salientar que na atividade *Step-up* os músculos ST e VI foram exceção, com valores de 1.79% e 5.74%, respetivamente.

A Figura 6 representa um compacto dos diagramas de Bland e Altman mais relevantes do estudo (a informação integral pode ser consultada no Apêndice IV). No que diz respeito à CVM dos músculos em estudo, o VE e o VI apresentam o mesmo valor de diferença média entre os dois momentos de avaliação (0.07). No entanto, verifica-se que o VE apresenta uma menor dispersão explicada pelos valores do intervalo de 95% dos LDC serem menores (eixo vertical dos diagramas Bland e Altman). A dispersão no VI, BF e ST, é semelhante.

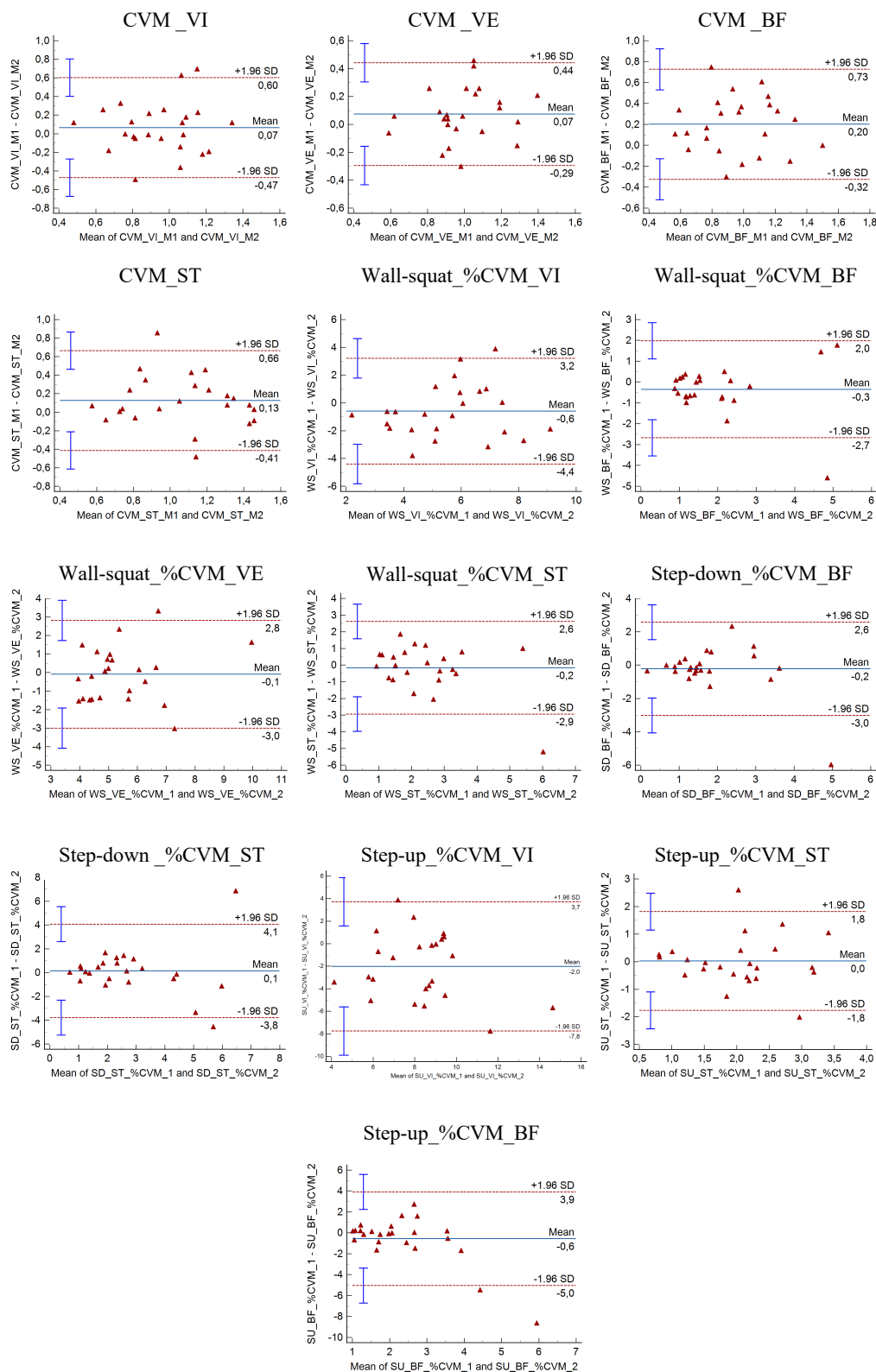
Na atividade *Wall-Squat*, o VI é o músculo que apresenta maior dispersão em comparação com os restantes músculos. Ainda no mesmo gráfico, verifica-se que a magnitude das medições, isto é, a percentagem da contração muscular, influencia diretamente a dispersão, quanto maior a percentagem de contração, maior a dispersão. O VE, por sua vez, ainda que apresente o valor da média mais próximo de 0 (-0.1) é o BF que apresenta menor dispersão no gráfico. Relativamente à atividade do *Step-Down*, o ST é o músculo que apresenta maior dispersão (o que também é justificado pela presença marcada de *outliers*), mas também elevada concordância (diferença média entre avaliações próxima de 0). Já o BF apresenta-se como o gráfico com menor dispersão. Em relação ao *Step-up*, nota-se que o ST mesmo com o aumento da magnitude das medições, apresenta menor dispersão dos limites de concordância. Importante também salientar que na mesma atividade o ST apresenta um valor de medida das diferenças igual a 0, correspondendo a uma elevada concordância. No entanto, o BF com intensidades médias de contração perto de 1 mV, apresenta menor dispersão.

Tabela 3 – Valores de fiabilidade e concordância inter-avaliador

	CCI	95% IC	Média	Média Min to Max	Dif	95% IC	Dpdif	95% LDC	EPM	DMD
CVM										
VI	0.57	0.02 a 0.81*	0.95*	0.91 a 0.98*	0.95*	-0.05 a 0.18*	0.27*	-0.47 a 0.60*	0.19*	0.54*
VE	0.74	0.41 a 0.89*	1.00*	0.96 a 1.03*	1.00*	-0.006 a 0.15*	0.19*	-0.29 a 0.44*	0.13*	0.37*
BF	0.61	0.04 a 0.84*	0.96*	0.86 a 1.06*	0.96*	0.09 a 0.31*	0.27*	-0.32 a 0.73*	0.19*	0.52*
ST	0.72	0.35 a 0.88*	1.07	1.00 a 1.13*	1.07*	0.009 a 0.24*	0.28*	-0.41 a 0.66*	0.19*	0.54*
	RMS	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM
Wall-squat	M									
VI	0.80	0.67	0.55 a .91	0.25 a 0.85	0.05	5.59	0.05 a 0.05	5.30 a 5.89	0.05	5.59
VE	0.64	0.72	0.17 a 0.84	0.34 a 0.88	0.05	5.43	0.05 a 0.05	5.38 a 5.48	0.05	5.43
BF	0.91	0.77	0.79 a 0.96	0.47 a 0.90	0.02	1.98	0.02 a 0.02	1.81 a 2.15	0.02	1.98
ST	0.92	0.70	0.81 a 0.96	0.30 a 0.87	0.02	2.40	0.02 a 0.03	2.32 a 2.47	0.02	2.40
Step-down										
VI	0.96	0.88	0.90 a 0.99	0.67 a 0.95	0.04	4.36	0.04 a 0.04	3.97 a 4.76	0.04	4.36
VE	0.59	0.65	0.09 a 0.82	0.18 a 0.85	0.04	4.10	0.04 a 0.04	4.00 a 4.19	0.04	4.10
BF	0.74	0.57	0.42 a 0.89	-0.02 a 0.81	0.02	1.81	0.01 a 0.02	1.70 a 1.92	0.02	1.81
ST	0.70	0.65	0.32 a 0.87	0.18 a 0.85	0.03	2.78	0.03 a 0.03	2.70 a 2.85	0.03	2.78
Step-up										
VI	0.58	0.45	0.07 a 0.81	-0.14 a 0.75	0.08	8.27	0.07 a 0.09	7.27 a 9.28	0.08	8.27
VE	0.85	0.76	0.66 a 0.94	0.44 a 0.89	0.08	7.80	0.08 a 0.08	7.62 a 7.99	0.08	7.80
BF	0.33	0.12	-0.62 a 0.71	-0.99 a 0.61	0.02	2.36	0.02 a 0.02	2.08 a 2.64	0.02	2.36
ST	0.72	0.62	0.36 a 0.88	0.11 a 0.84	0.02	2.04	0.02 a 0.02	2.03 a 2.05	0.02	2.04

Legenda: * valores apresentados em milivolts (mV); CVM- contração voluntária máxima; %CVM- percentagem contração voluntária máxima; RMS- Root Mean Square; VI- vasto interno; VE- vasto externo; BF- bicipite femoral; ST- semitendinoso; CCI- coeficiente correlação interclasse; 95% CI- intervalo confiança 95%; Média- média das medições de cada avaliação; Média Min to Max- valores mínimos e máximos da média; Dif- média das diferenças entre medições de cada avaliação; Dpdif- desvio padrão das diferenças; 95% LDC- 95% limites de concordância; EPM- erro padrão de medida; DMD, diferença mínima detetável;

Figura 9 – Diagramas de Bland-Altman representados através dos 95% LDC dos resultados inter-avaliador



3.3. Fiabilidade e concordância intra-avaliador

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

Relativamente à fiabilidade da CVM verificou-se que todos os valores de CCI obtidos são iguais ou superiores a 0.67, com exceção do ST, que apresenta um valor de 0.52 (95% IC -0.12 a 0.79). De salientar o valor de 0.80 (95% IC 0.55 a 0.92) apresentado pelo VE.

Relativamente às atividades em teste, os valores de CCI referentes à %CVM, variaram entre 0.45 (95% IC -0.28 a 0.76) e 0.89 (95% IC 0.74 a 0.95). Concretamente, na atividade do *Wall-Squat*, os valores foram iguais ou superiores a 0.76, sendo este valor referente ao BF (95% IC 0,43 a 0,89). O VE e o VI apresentaram valores iguais ou superiores a 0.80. Na atividade do *Step-Down* o VI e o BF apresentaram valores superiores a 0.80, enquanto o VE e o ST apresentaram valores superiores a 0.50, e curiosamente com o mesmo CCI (0.55). Na atividade *Step-Up* todos os músculos apresentaram valores de CCI superiores a 0.60, exceto o VE que apresentou um valor de 0.45 (95% IC 0.27 a 0.86).

No que diz respeito ao EPM da CVM, verificou-se uma variação entre 0.13 mV e 0.23 mV, com os valores de DMD a variarem entre 0.36mV e 0.51mV, com a exceção do ST (0.64mV).

Em relação à %CVM no decorrer da execução das atividades, os valores de EPM variaram entre 0.67% e 1.17%. Apenas os músculos VI e VE, na atividade *Step-up*, apresentaram valores que excedem este intervalo, com percentagens de 1.45 e 1.75, respetivamente. Em relação à DMD das atividades de teste, os valores da %CVM variaram na atividade do *Wall Squat* entre 1.85% do ST e 3.00% do VI, na atividade *Step-down* entre 1.86% BF e 3.55% ST e, por fim, na atividade *Step-up* 1.92% BF e 4.86% VE.

Os diagramas de Bland e Altman em relação à CVM intra-avaliador demonstram que o VE é o músculo com menor dispersão comparativamente com os diagramas do VI, BF e ST, embora a diferença média entre avaliações representada no gráfico do BF seja igual a 0.

Esta menor dispersão é explicitada pela maior proximidade dos limites superiores e inferiores dos 95% LDC (eixo vertical dos diagramas Bland e Altman) (Figura 7).

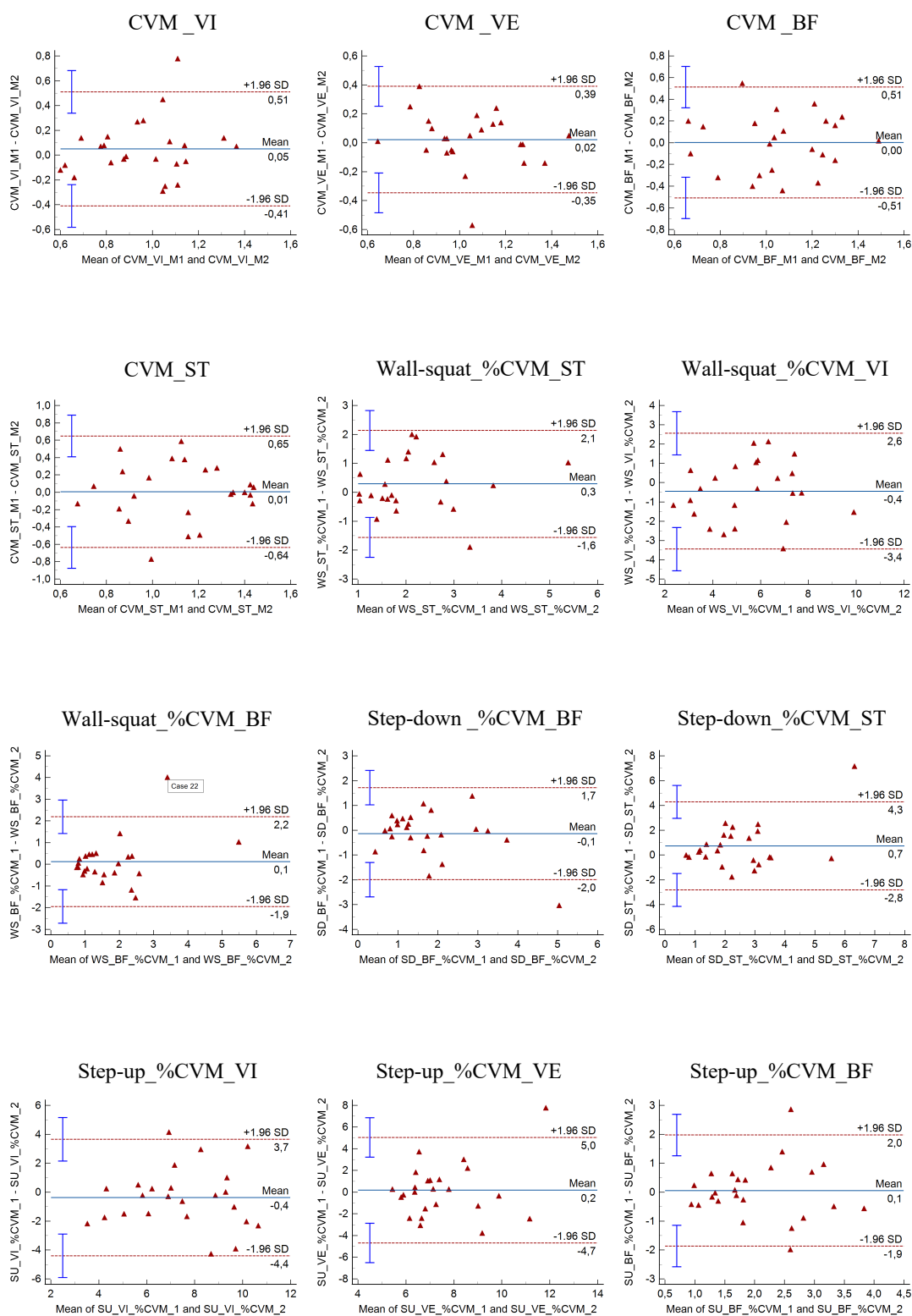
No que à %CVM da atividade *Wall-Squat* diz respeito, verifica-se uma menor dispersão no ST em comparação com os restantes músculos, devido a uma menor amplitude dos LDC. Em relação ao *Step-down* e *Step-up*, o BF é o músculo que apresenta menor dispersão no diagrama de Bland e Altman e elevada concordância (conforme se pode verificar pelo valor da diferença média entre as avaliações - 0). No que concerne ao BF, na atividade *Step-up*, verificou-se uma tendência para quanto menor a intensidade de contração menor a dispersão

Tabela 4 – Valores de fiabilidade e concordância intra-avaliador

	CCI		95% IC		Média		Média Min to Max		Dif		95% IC		Dpdif		95% LDC		EPM		DMD	
CVM																				
VI	0.67		0.24 a 0.86*		0.96*		0.93 a 0.98*		0.96*		-0.05 a 0.15*		0.23*		-0.41 a 0.51*		0.17*		0.46*	
VE	0.80		0.55 a 0.92*		1.04*		1.03 a 1.05*		1.04*		-0.06 a 0.10*		0.19*		-0.35 a 0.39*		0.13*		0.36*	
BF	0.67		0.25 a 0.86*		1.06*		1.06 a 1.06*		1.06*		-0.11 a 0.11*		0.26*		-0.51 a 0.51*		0.18*		0.51*	
ST	0.52		-0.12 a 0.79*		1.13*		1.12 a 1.13*		1.13*		-0.13 a 0.15*		0.33*		-0.64 a 0.65*		0.23*		0.64*	
	RMS	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM	RMS*	%CVM
Wall-squat																				
VI	0.78	0.83	0.50 a 0.91		0.61 a 0.93		0.05	5.52	0.05 a 0.05		5.30 a 5.74		0.05	5.52	-0.01 a 0.003		-1.09 a 0.20		0.01	1.53
VE	0.90	0.80	0.77 a 0.96		0.55 a 0.92		0.05	5.44	0.05 a 0.05		5.38 a 5.50		0.05	5.44	-0.004 a 0.004		-0.67 a 0.44		0.01	1.31
BF	0.92	0.76	0.81 a 0.96		0.43 a 0.89		0.02	1.75	0.02 a 0.02		1.68 a 1.81		0.02	1.75	-0.003 a 0.004		-0.31 a 0.58		0.01	1.05
ST	0.80	0.78	0.53 a 0.91		0.50 a 0.91		0.02	2.18	0.02 a 0.03		2.03 a 2.32		0.02	2.18	-0.0036 a 0.0078		-0.11 a 0.69		0.01	0.94
Step-down																				
VI	0.91	0.89	0.79 a 0.96		0.74 a 0.95		0.04	4.02	0.04 a 0.04		3.97 a 4.07		0.04	4.02	-0.008 a 0.005		-0.66 a 0.45		0.01	1.31
VE	0.59	0.55	0.04 a 0.82		-0.32 a 0.81		0.04	4.12	0.04 a 0.04		4.04 a 4.19		0.04	4.12	-0.006 a 0.01		-0.54 a 0.85		0.02	1.65
BF	0.87	0.81	0.69 a 0.94		0.57 a 0.92		0.02	1.77	0.02 a 0.02		1.70 a 1.84		0.02	1.77	-0.004 a 0.003		-0.54 a 0.3		0.01	0.95
ST	0.65	0.55	0.19 a 0.85		-0.38 a 0.81		0.03	2.48	0.02 a 0.03		2.11 a 2.85		0.03	2.48	0.001 a 0.018		-0.03 a 1.5		0.02	1.81
Step-up																				
VI	0.77	0.75	0.46 a 0.90		0.43 a 0.89		0.07	7.45	0.07 a 0.07		7.27 a 7.64		0.07	7.45	-0.012 a 0.007		-1.24 a 0.50		0.02	2.05
VE	0.68	0.45	0.27 a 0.86		-0.28 a 0.76		0.08	7.52	0.07 a 0.08		7.43 a 7.62		0.08	7.52	-0.006 a 0.012		-0.86 a 1.23		0.02	2.48
BF	0.74	0.63	0.40 a 0.88		0.14 a 0.84		0.02	2.05	0.02 a 0.02		2.02 a 2.08		0.02	2.05	-0.004 a 0.003		-0.36 a 0.47		0.01	0.98
ST	0.76	0.66	0.43 a 0.89		0.21 a 0.85		0.02	2.24	0.02 a 0.03		2.05 a 2.43		0.02	2.24	-0.008 a 0.003		-0.97 a 0.22		0.01	1.41

Legenda: * valores apresentados em milivolts (mV); CVM- contração voluntária máxima; %CVM- percentagem contração voluntária máxima; RMS- Root Mean Square; VI- vasto interno; VE- vasto externo; BF- bicipite femoral; ST- semitendinoso; CCI- coeficiente correlação interclasse; 95% CI- intervalo confiança 95%; Média- média das medições de cada avaliação; Média Min to Max- valores mínimos e máximos da média; Dif- média das diferenças entre medições de cada avaliação; Dpdif- desvio padrão das diferenças; 95% LDC- 95% limites de concordância; EPM- erro padrão de medida;. DMD, diferença mínima detetável;.

Figura 10 – Diagramas de Bland-Altman representados através dos 95% LDC dos resultados intra-avaliador



4. Discussão de resultados

Do nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que se propôs avaliar a fiabilidade (intra e inter-avaliador) e a concordância da CVM e da % CVM, especificamente com recurso ao sistema *Physioplux*, através do cálculo do CCI, EPM e DMD ao nível da articulação joelho em indivíduos saudáveis nas tarefas de *Wall-squat*, *Step-down* e *Step-up*.

Sendo o método mais comumente utilizado e recomendado, a CVM foi utilizada como método de normalização para diminuir a variação entre e intra-sujeitos, seguindo as recomendações da SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*) (Ball & Scurr, 2010; Burden, 2010).

4.1. Fiabilidade e Concordância Inter-avaliador

Os resultados demonstram que, relativamente à fiabilidade teste-reteste da CVM, apenas dois músculos (VE e ST) apresentaram boa fiabilidade. Estes reportaram valores superiores a 0.70, enquanto o VI e o BF não foram além dos 0.57 e 0.61, respetivamente e, por isso, apresentaram fiabilidade moderada. De acordo com o sugerido por Keszei et al., (2010), valores de CCI superiores a 0.90 devem ser considerados o mínimo aceitável para utilizar determinada medida/instrumento em contexto clínico, enquanto valores entre 0.70 e 0.80 são considerados aceitáveis em contexto de investigação. Assim, e considerando os resultados obtidos neste estudo, apenas os músculos VE e ST (fiabilidade inter-avaliador), com valores de CCI de 0.74 e 0.72, respetivamente, demonstraram valores de fiabilidade aceitáveis para serem utilizados em contexto de investigação. Os restantes músculos apresentaram valores de fiabilidade teste-reteste insuficientes para serem utilizados quer na prática clínica quer em contexto de investigação, na execução das referidas atividades.

Dos estudos que adiantaram valores de EPM para sistemas de EMG, nenhum seguiu a mesma metodologia, utilizou as mesmas atividades ou, ainda, recorreu ao sistema de EMG utilizado neste estudo. No presente trabalho, foram analisadas as propriedades EPM e DMD

da CVM. No entanto, não existem até à data *guidelines* que ajudem na interpretação destes valores, sendo a mesma maioritariamente qualitativa.

Nos resultados do inter-avaliador, os valores de EPM encontrados no nosso estudo são de 0.19 mV no VI, 0.19 mV no BF, 0.19 mV no ST e, por fim, 0.13 mV no VE. Ainda assim podemos afirmar que o VE foi o músculo que apresentou o valor de EPM inferior, o que significa que é aquele em que podemos esperar valores mais próximos aquando de duas avaliações consecutivas, demonstrando assim maior concordância.

No que diz respeito à DMD, os resultados obtidos foram de 0.54 mV no VI, 0.37 mV no VE, 0.52 mV no BF e 0.54 mV no ST. Estes valores indicam-nos se a medição efetuada é capaz de demonstrar uma mudança real num sujeito ao longo de avaliações sucessivas, correspondendo ao valor que excede o erro de medição para cada um dos músculos em estudo (Beckerman et al., 2001; de Vet et al., 2006). Assim, podemos interpretar com 95% de confiança que uma mudança superior a 0.37 mV na intensidade de contração do VE, irá superar o erro de medição do instrumento, sendo considerada uma mudança real no sujeito.

Para podermos interpretar melhor a variabilidade das medições ao longo do tempo e entendermos a quantidade de erro nas medições, é importante a análise conjunta da fiabilidade e da concordância. A concordância ajuda-nos a avaliar a variabilidade das medições ao longo do tempo e a perceber se medições consecutivas apresentam valores próximos ou não. É esperado que quanto menor for o EPM de um instrumento, maior a sua fiabilidade (de Vet et al., 2006).

Na análise da fiabilidade inter-avaliador e concordância da CVM, esse pressuposto verifica-se. Podemos afirmar que para todos os músculos, quanto maior a fiabilidade, maior a concordância. Sendo o VE o músculo mais fiável (CCI=0.74), foi também o mais concordante (EPM=0.13 mV), tendo o oposto também se verificado: o músculo menos fiável, o VI (CCI=0.57), foi também o menos concordante (EPM=0.19 mV).

Os LDC dos diferentes músculos são similares, destacando-se o VI e o VE, que apresentam a mesma diferença das médias entre as duas avaliações (0.07), mas o VE com menor dispersão (95% LDC -0.29 a 0.44 VE versus 95% LDC -0.47 a 0.60 VI).

Assim, analisando os dados da fiabilidade inter-avaliador, o VE é o músculo que apresenta maior fiabilidade, maior concordância e menor valor de diferença mínima para detetar mudança entre duas avaliações consecutivas, a designada “mudança real”.

Relativamente à %CVM, de uma forma geral, nas atividades *Step-down* e *Step-up* os valores de CCI foram inferiores em relação à atividade do *Wall-squat*, com exceção do VI no *Step-Down*, que apresentou um valor de CCI de 0.88 (95% IC 0.65 a 0.95). Uma das explicações para este tipo de padrão relaciona-se com o fato de a variabilidade entre sujeitos a subir e descer o degrau ser superior ao *Wall-squat*, que é executado com o auxílio e guia da própria parede. Por outro lado, existe também maior possibilidade de viéses ao determinar a altura do degrau pela utilização do goniómetro.

No que diz respeito à interpretação dos resultados da fiabilidade, verifica-se que o VE (0.72, 95% IC 0.34 a 0.88), o BF (0.77, 95% IC 0.47 a 0.90) e o ST (0.70, 95% IC 0.30 a 0.87) apresentam valores de CCI > 0.70 durante a execução do *Wall-squat*, pelo que atingem o valor mínimo recomendado para serem utilizados em contexto de investigação. Tal é extensível ao VE que demonstrou, durante a execução do *Step-up*, um valor de CCI de 0.76 (95% IC 0.44 a 0.89). Os resultados obtidos pelo VI durante a execução do *Step-down* (0.88, 95% IC 0.67 a 0.95) revelam uma fiabilidade que se aproxima dos valores mínimos recomendados para utilização na prática clínica, pois é um valor próximo de 0.90.

Já em relação ao EPM, durante a execução da atividade do *Wall-squat*, verifica-se que os valores mais baixos estão associados aos músculos com valores de CCI mais elevados, revelando que os músculos VE, BF e ST apresentam fiabilidade e concordância simultaneamente mais elevadas. Em relação à DMD, é sabido que a mesma está diretamente relacionada com o EPM. Quanto maior o EPM, maior será a DMD, querendo dizer que para um valor de EPM mais elevado, será necessária uma mudança também ela maior para superar esse erro. No caso do *Wall-squat*, o valor mais baixo pertence ao BF (2.33%), que foi também o músculo com o CCI mais elevado 0.77 (95% IC 0.47 a 0.90) e o valor de EPM mais baixo. Podemos então concluir que, para a atividade do *Wall-squat*, o BF é o músculo que permite distinguir de forma mais precisa características individuais entre indivíduos,

apesar do erro de medição. Permite, ainda, obter resultados mais concordantes entre avaliações consecutivas, isto é, valores semelhantes e próximos.

Na atividade do *Step-down*, o valor do EPM mais baixo não corresponde ao valor mais elevado de CCI (VI 0.88, 95% IC 0.67 a 0.95). Portanto, o VI não foi o músculo que apresentou maior concordância, mas sim o BF, com valor de EPM de 1.01%. Este fato pode ser explicado pelos valores superiores da diferença média, do desvio-padrão dessas mesmas diferenças e da amplitude dos limites de concordância do VI em comparação com o BF. A DMD do VI, único músculo com valores de fiabilidade moderada, foi de 2.91%, querendo dizer que este será o valor a partir do qual a medição supera o erro, podendo aferir que o resultado obtido é real.

Na atividade de *Step-up* a tendência dos resultados mantém-se, sendo que o VE apresenta o valor mais alto de fiabilidade (CCI 0.76, 95% IC 0.44 a 0.89). Contudo, não apresenta o valor mais baixo de EPM, que é representativo de melhor concordância. O valor mais alto de concordância corresponde ao ST, com o valor de EPM mais baixo 0.65% (95% LDC -1.8 a 1.8) e o valor da diferença das médias igual a 0.00, equivalendo a concordância perfeita. O que significa que no sistema EMG utilizado, o VE, por apresentar valores de CCI mais elevados, é o músculo que permite distinguir de forma mais precisa características individuais entre sujeitos, apesar do erro de medição presente. Por outro lado, o ST foi o músculo em que se verificou maior semelhança entre avaliações consecutivas no tempo, isto é, valores mais próximos e valores menores para superar o erro de medição.

4.2. Fiabilidade e Concordância Intra-avaliador

Em relação à fiabilidade intra-avaliador verificamos que os valores de CCI são superiores aos encontrados na fiabilidade inter-avaliador, com exceção do ST que não atingiu os 0.70. Apenas o VE, com um valor de CCI de 0.80, apresenta uma boa fiabilidade intra-avaliador, podendo ser utilizada em contexto de investigação. Os restantes músculos não apresentaram valores suficientes de fiabilidade teste-reteste para serem utilizados quer em contexto de investigação quer na prática clínica.

Comparando o nosso estudo com o de Sorbie et al., (2018), em que estudaram a fiabilidade teste-reteste intra-avaliador, os resultados são um pouco diferentes. No estudo de Sorbie et al., (2018), os valores de CCI obtidos na atividade de Squat para o VE foram de 0.95, sendo superiores aos obtidos no nosso estudo. No entanto, é preciso prudência na comparação direta dos valores, pois tanto as metodologias como as análises estatísticas diferem entre os estudos, o que pode justificar a disparidade. No estudo de Sorbie et al., (2018) (em que foi utilizada a contração voluntária sub-máxima para a normalização), os valores de EPM (1.84 mV) foram superiores aos do nosso.

No nosso estudo, o VE no intra-avaliador, à semelhança do que sucedeu com o inter-avaliador, também foi o músculo com menor EPM (0.13mV), seguido do VI (0.17mV), do BF (0.18mV) e, por fim o ST (0.23mV). Ainda que os valores de EPM obtidos no nosso estudo sejam inferiores aos descritos, é prudente utilizar esta informação com cautela, pois não existem valores de referência para analisar de forma segura estes resultados.

À semelhança do que se verificou nos resultados do inter-avaliador, o VE foi o músculo com um EPM inferior, demonstrando uma maior concordância. O que significa que é aquele em que podemos esperar valores mais próximos aquando de duas avaliações consecutivas.

De uma forma geral, com exceção do ST (0.23, 95% LDC -0.64 a 0.65), todos os resultados do EPM obtidos no intra-avaliador, foram inferiores aos obtidos no inter-avaliador, parecendo indicar maior concordância. O valor mais baixo do EPM, 0.13mV, foi obtido no VE no estudo do intra-avaliador. Podemos então concluir que, de uma forma geral, o sistema EMG da *Physioplux* é mais sensível a detetar variações de medições reais quando as avaliações são realizadas pelo mesmo avaliador, principalmente no VE.

Em relação à fiabilidade e concordância intra-avaliador, poderemos também afirmar que estas aumentam concomitantemente, ou seja, quanto maior a fiabilidade, maior a concordância. Quer isto dizer que para valores mais elevados de CCI, os valores de EPM são menores. Ainda assim, quando comparados os gráficos de Bland Altman, o valor das diferenças das médias foi inferior na fiabilidade intra-avaliador. Isto significa que os valores obtidos nas diferentes medições foram mais próximos no intra-avaliador quando comparados

com o inter-avaliador. Sendo o valor da diferença das médias igual ou próximo de 0.00, podemos interpretar este resultado como uma concordância quase perfeita.

À semelhança do que se verificou na fiabilidade inter-avaliador, o VE manteve-se como o músculo que apresenta maior fiabilidade e maior concordância com valores de DMD e EPM inferiores. Significa então que para a CVM, o VE é o músculo que mais facilmente supera o erro de medição, é mais capaz de detetar diferenças entre sujeitos e, por fim, apresenta valores mais próximos entre medições.

No que respeita à fiabilidade da %CVM, a tendência dos resultados mantém-se, ou seja, a atividade do *Wall-squat* apresentou os valores de CCI mais elevados variando entre 0.76 (95% IC 0.43 a 0.89) e 0.83 (95% IC 0.61 a 0.93). Em comparação com outros estudos semelhantes, podemos afirmar que os resultados de CCI são mais baixos. Enquanto estudos como o de Sorbie et al., (2018) demonstraram, de forma geral, na atividade do *Squat*, valores de $CCI > 0.93$ para o VE, os resultados do nosso estudo não foram além de 0.72 no mesmo músculo e na atividade que mais se assemelha: *Wall-squat*. Mesmo o valor mais elevado de CCI, 0.89 no VI na atividade *Step-down* no intra-avaliador, não atinge o valor encontrado por Sorbie et al., (2018).

Em contraste com o que acontece no inter-avaliador, na atividade do *Wall-squat* na fiabilidade intra-avaliador, todos os músculos apresentaram valores de $CCI > 0.70$., sendo, portanto, passíveis de ser considerados em contexto de investigação. Já no *Step-Down*, o VI apresenta, novamente, valores de CCI elevados, 0.89 (95% IC -0.38 a 0.81), aproximando-se, mais uma vez, dos valores mínimos recomendados para utilização na prática clínica. No entanto, o BF surge, distintamente do que acontece no inter-avaliador, com valor de fiabilidade de 0.81 (95% IC 0.57 a 0.92), representando boa fiabilidade e possível de ser considerado em contexto de investigação. No *Step-up*, o VE já não apresenta um valor superior a 0.70, que se tinha verificado na fiabilidade inter-avaliador. No entanto, o VI atingiu o valor mínimo recomendado para contexto de investigação com um CCI de 0.75 (95% IC 0.43 a 0.89).

De forma geral, os valores de fiabilidade no intra-avaliador são superiores aos do inter-avaliador. Uma explicação possível para estes resultados poderá estar relacionada com

o fato de as medições intra-avaliador terem sido realizadas no mesmo dia, abrindo a possibilidade a um viés de memória no inter-avaliador (de Vet et al., 2006; Kimberlin & Winterstein, 2008).

No que diz respeito à concordância no estudo intra-avaliador na atividade *Wall-squat*, a relação existente entre a fiabilidade e concordância não é linear. Para valores de CCI mais elevados, a concordância é menor. O VI, que apresenta o valor mais elevado de CCI (0.83), obteve valores de EPM elevados em relação aos outros músculos, 1.08% (95% LDC -3.4 a 2.6). Isto significa que o ST é o músculo que apresenta menor dispersão e valores de EPM (0.67%) e de DMD (1.85%) menores, sendo assim o músculo com maior concordância.

Mais uma vez, no que respeita à atividade *Step-down*, o músculo que apresenta maior concordância não é o mesmo que apresenta maior fiabilidade. O VI é o músculo que apresenta valores de fiabilidade mais elevados (CCI=0.89), mas não é o que apresenta os melhores valores de concordância. O BF apresenta um CCI=0.81 e é o músculo que apresenta menor dispersão no gráfico Bland Altman e valores de EPM e DMD menores, 0.67% e 1.86%, respetivamente. Isto significa que o BF é o músculo em que será necessário atingir menores diferenças entre medições ao longo do tempo para superar o erro dessa mesma medição.

Por fim, na atividade *Step-up*, o músculo que apresentou maior concordância, BF (EPM= 0.69%; DMD= 1.92%), não apresentou maior fiabilidade (0.64, 95% IC 0.14 a 0.84). O VI, músculo com maior fiabilidade (0.75, 95% IC 0.43 a 0.89) apresenta um valor de EPM superior ao BF (1.45%, 95% LDC -4.4 a 3.7). Mais uma vez, à semelhança do que acontece no *Wall-squat* e no *Step-down*, o VI é o músculo que demonstra ser mais capaz em distinguir características entre sujeitos e o BF o músculo que apresenta valores mais próximos em medições consecutivas no tempo.

Portanto, o VI na %CVM intra-avaliador é o músculo com maior fiabilidade em todas as atividades. Este fato leva à conclusão de que este é o músculo mais fiável para distinguir características individuais entre sujeitos, não sendo, no entanto, o mais concordante. Para as diferentes atividades, os músculos mais concordantes são o ST no *Wall-squat*, e o BF no *Step-down* e *Step-up*.

4.3. Contributo e limitações do estudo

Como anteriormente referido, este estudo foi o primeiro trabalho a propor-se avaliar as propriedades psicométricas de um instrumento de EMGs, nomeadamente da *physioplux* com recurso a dois avaliadores. Desta forma, foi possível obter dados referentes à fiabilidade e concordância inter e intra-avaliador, o que parece ser relevante do ponto de vista clínico. Isto é, na prática, a utilização deste tipo de instrumentos pode ser utilizado por mais do que um avaliador ou ainda pelo mesmo avaliador, ao mesmo sujeito, e em momentos diferentes (dados inter-dia).

Importante salientar que os 24 sujeitos do estudo superaram, em muito, o valor obtido aquando do cálculo do tamanho da amostra (18 sujeitos). Foi inicialmente escolhida uma amostra de 24 para precaver eventuais *drop-outs*, que não se vieram a verificar (o que vem dar suporte aos resultados obtidos). O equilíbrio de géneros na amostra com as suas diferenças intrínsecas, representa um ponto forte deste estudo.

Este estudo apresenta, no entanto, algumas limitações. A realização deste estudo em período de pandemia foi um dos motivos que dificultou a recolha da amostra. Uma das possíveis limitações está relacionada com a amostra de conveniência utilizada neste trabalho. Já em relação a possíveis erros relacionados com a recolha, a utilização do instrumento EMGs apresenta algumas limitações referidas por estudos anteriores. Autores como De Luca (1977), destacam possíveis fontes de erro intrínsecas e extrínsecas que podem levar a flutuações na leitura do sinal eletromiográfico, aumentando a variabilidade entre medições. Neste estudo, foram identificados fatores intrínsecos e extrínsecos como as características fisiológicas/anatómicas individuais, preparação da pele, colocação e fixação dos próprios elétrodos e *Know-how*, tanto do software como do instrumento que foi utilizado.

Os sensores superficiais, os elétrodos, fornecem-nos dados eletromiográficos da região em que foram colocados. A qualidade de recolha é influenciada pela qualidade e distância entre elétrodos (Balshaw et al., 2017). É importante assumir que, mesmo tendo existido os cuidados necessários com a pele (remoção de pelos e limpeza da pele com álcool) e confirmação visual da leitura do sinal na *baseline*, não é possível garantir a inexistência de

contaminação do sinal através de *cross-talks* (Balshaw et al., 2017). Em alguns casos, a presença de suor de forma mais abundante poderá ter influenciado algumas medições.

Durante a recolha de dados em atividades dinâmicas, ainda que se tenha procedido à fixação dos elétrodos através de *tape*, há a possibilidade de ter ocorrido o deslocamento dos mesmos, podendo afetar dessa forma a fiabilidade, será importante afirmar que nos últimos sujeitos submetidos à avaliação, a qualidade/integridade de alguns elétrodos seria já duvidosa, podendo alterar as medições. Embora a metodologia rigorosa utilizada minimize este problema, a presença deste fenómeno deve ser considerada tendo em conta a natureza das medições.

Sendo este instrumento já utilizado em contexto clínico e de investigação, este estudo traz um aporte significativo e reforça a sua utilização, principalmente, em contexto de investigação tendo em conta os seus resultados. Por fim, este estudo abre novas oportunidades de investigação. Sendo a amostra utilizada neste trabalho composta por indivíduos saudáveis assintomáticos, seria proveitoso estudar a utilização deste instrumento em populações com patologia, nomeadamente as mais comuns, lesão do LCA e SFP.

5. Conclusão

Através deste estudo foi determinada a fiabilidade teste-reteste inter e intra-avaliador para o sistema EMG da *physioplux* durante a execução de diferentes atividades envolvendo a articulação do joelho. Para a CVM, o VE foi o músculo que apresentou melhor fiabilidade, tanto na avaliação inter como intra-avaliador e o ST obteve também ele um valor de fiabilidade suficiente para ser utilizado em contexto de investigação sob o mesmo avaliador. Na %CVM, os valores de fiabilidade obtidos foram variáveis. De referir que apenas na atividade de *Wall-squat* na avaliação intra-avaliador, todos os músculos obtiveram valores de fiabilidade suficientes para serem utilizados em contexto de investigação. Nenhum músculo, quer na avaliação inter ou intra-avaliador apresentou valores de fiabilidade suficientes para ser utilizado em contexto clínico.

Foram ainda avaliados os valores de erro e de DMD, onde se determinou a que na grande maioria das medições, diferenças relativamente pequenas ao longo do tempo (máximo 5%) podem ser interpretadas como mudanças reais no sujeito.

O EMG da *physioplux* identifica-se como um sistema que varia entre moderada e boa fiabilidade dependendo dos músculos e atividades em causa, sendo necessário prudência na sua utilização em contexto de investigação e principalmente clínico.

6. Bibliografia

- Adamson, J., Ebrahim, S., Dieppe, P., & Hunt, K. (2006). Prevalence and risk factors for joint pain among men and women in the West of Scotland Twenty-07 study. *Annals of the rheumatic diseases*, 65(4), 520–524. <https://doi.org/10.1136/ard.2005.037317>
- 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>
- Associação Médica Mundial. (2013). Princípios éticos para a investigação médica em seres humanos. Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial. Fortaleza, Brasil.
- Bate P. (1997) - Motor Control Theories – Insights for therapists. *Physiotherapy*. 83, 397-404. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)65715-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)65715-X)
- Ball, N & Scurr, J (2007). The normalisation of triceps surae electromyograms during a high intensity dynamic task. 12th annual congress of the European College of Sports Science. Finland, ECSS In: Kallio J, Komi P, Komulainen J, Avela J, editors. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.09.004>
- Ball, N., & Scurr, J. (2008). An assessment of the reliability and standardisation of tests used to elicit reference muscular actions for electromyographical normalisation. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 20(1), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.09.004>
- Balshaw, T. G., Fry, A., Maden-Wilkinson, T. M., Kong, P. W., & Folland, J. P. (2017). Reliability of quadriceps surface electromyography measurements is improved by two vs. single site recordings. *European journal of applied physiology*, 117(6), 1085–1094. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3595-z>

- Beckerman, H., Roebroek, M. E., Lankhorst, G. J., Becher, J. G., Bezemer, P. D., & Verbeek, A. L. (2001). Smallest real difference, a link between reproducibility and responsiveness. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*, 10(7), 571–578. <https://doi.org/10.1023/a:1013138911638>
- Bogla, L., Malone, T., Umberger, B., Uhl, T. (2010). Reliability of eletromyographic methods used for assessing hip and knee neuromuscular activity in females diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 20. 142-147. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.11.008>
- Briani, R. V., de Oliveira Silva, D., Pazzinatto, M. F., Ferreira, A. S., Ferrari, D., & de Azevedo, F. M. (2016). Delayed onset of electromyographic activity of the vastus medialis relative to the vastus lateralis may be related to physical activity levels in females with patellofemoral pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 26, 137–142. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.10.012>
- Brito, J., Malina, R. M., Seabra, A., Massada, J. L., Soares, J. M., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2012). Injuries in Portuguese youth soccer players during training and match play. *Journal of athletic training*, 47(2), 191–197. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.2.191>
- Burden, A. (2010). How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25years of research. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(6), 1023–1035. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.07.004>
- Burden, A. M., Trew, M., & Baltzopoulos, V. (2003). Normalisation of gait EMGs: a re-examination. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(6), 519–532. [https://doi.org/10.1016/s1050-6411\(03\)00082-8](https://doi.org/10.1016/s1050-6411(03)00082-8)
- Callaghan, M. J., McCarthy, C. J., & Oldham, J. A. (2009). The reliability of surface electromyography to assess quadriceps fatigue during multi joint tasks in healthy and painful knees. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the*

- International Society of Electrophysiological Kinesiology, 19(1), 172–180.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.05.004>
- Campanini, I., Disselhorst-Klug, C., Rymer, W. Z., & Merletti, R. (2020). Surface EMG in Clinical Assessment and Neurorehabilitation: Barriers Limiting Its Use. *Frontiers in neurology*, 11, 934. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00934>
- Carapeta, D. (2018) Estudo do perfil somatossensorial e do controlo motor de indivíduos assintomáticos e com Síndrome Patelofemoral, na atividade de “descer um degrau”. Setúbal: [s.n.], Dissertação de Mestrado em Fisioterapia - Relatório de Projeto de Investigação. <http://hdl.handle.net/10400.26/25735>
- Crossley, K, Stefanik, J, Selfe, J, et al. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient reported outcome measures. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 839-843. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2016-096268>
- 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., 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>
- Earl, J., Hertel, J. & Denegar, C. (2005). Patterns of Dynamic Malalignment, Muscle Activation, Joint Motion, and Patellofemoral-Pain Syndrome. *Journal of Sports Rehabilitation*. 14. 215-233. <https://doi.org/10.1123/jsr.14.3.216>
- 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>

- De Luca, C (1997) - The use of surface electromyography in biomechanics. *Delsys*. 13, 135-163. <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>
- Fernandes, R, Armada-da-Silva, P, Pool-Goudzwaard, A. (2016). Three dimensional multi-segmental trunk kinematics and kinetics during gait: Test-retest reliability and minimal detectable change. *Gait & posture*, 46, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.02.007>
- Gage, B. E., McIlvain, N. M., Collins, C. L., Fields, S. K., & Comstock, R. D. (2012). Epidemiology of 6.6 million knee injuries presenting to United States emergency departments from 1999 through 2008. *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 19(4), 378–385. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2012.01315.x>
- Giannasi, L. C., Politti, F., Dutra, M. T. S., Tengan, V. L. S., et al. (2020). Intra-Day and Inter-Day Reliability of Measurements of the electromyographic signal on masseter and temporal muscles in patients with Down syndrome. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63963-z>
- 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>
- Grime, A., Daines, S, Pringle, L et al. (2018). The within-day reliability of scapular and shoulder EMG measurements in asymptomatic individuals during shoulder abduction. DOI:[10.15619/NZJP/46.2.02](https://doi.org/10.15619/NZJP/46.2.02)
- Grossi, D, Felicio, L, Ramiro, S, et al. (2005). Electromyographic activity evaluation of the patella muscles during squat isometric exercise in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11(3), 159-163. <https://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922005000300001>

- Haley, S., & Fragala-Pinkham, M. (2006). Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy. *Physical therapy*, 86(5), 735–743.
<https://doi.org/10.1093/ptj/86.5.735>
- Harput, G., Howard, J. & Mattacola, C. (2016). Comparison of Muscle Activation Levels Between Healthy Individuals and Persons Who Have Undergone Anterior Cruciate Ligament Reconstruction During Different Phases of Weight-Bearing Exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 46 (11). 984-992
<https://doi.org/10.2519/jospt.2016.5896>
- Hashemi Oskouei, A., Paulin, M. G., & Carman, A. B. (2013). Intra-session and inter-day reliability of forearm surface EMG during varying hand grip forces. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 23(1), 216–222. Sk
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.08.011>
- Health and Safety Executive (2010). Health and Safety statistics. Retirado em Setembro 20, 2021, de <https://www.hse.gov.uk/statistics/>
- van der Heijden, R. A., Rijndertse, M. M., Bierma-Zeinstra, S., & van Middelkoop, M. (2018). Lower Pressure Pain Thresholds in Patellofemoral Pain Patients, Especially in Female Patients: A Cross-Sectional Case-Control Study. *Pain medicine (Malden, Mass.)*, 19(1), 184–192. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx059>
- van der Waal, J. M., Bot, S. D., Terwee, C. B., van der Windt, D. A., Schellevis, F. G., Bouter, L. M., & Dekker, J. (2006). The incidences of and consultation rate for lower extremity complaints in general practice. *Annals of the rheumatic diseases*, 65(6), 809–815. <https://doi.org/10.1136/ard.2005.036988>
- van Middelkoop, M., van Linschoten, R., Berger, M. Y., Koes, B. W., & Bierma-Zeinstra, S. M. (2008). Knee complaints seen in general practice: active sport participants versus non-sport participants. *BMC musculoskeletal disorders*, 9, 36.
<https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-36>

- Hermens, H, Freriks, B, Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 10(5), 361–374. [https://doi.org/10.1016/s1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/s1050-6411(00)00027-4)
- 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, 4068493. <https://doi.org/10.1155/2018/4068493>
- 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>
- Kasprisin, J. E., & Grabiner, M. D. (1998). EMG variability during maximum voluntary isometric and anisometric contractions is reduced using spatial averaging. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 8(1), 45–50. [https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(97\)00013-8](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(97)00013-8)
- Keszei, A. P., Novak, M., & Streiner, D. L. (2010). Introduction to health measurement scales. *Journal of Psychosomatic Research*, 68(4), 319–323. <http://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2010.01.006>
- 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>
- Kimberlin, C., & Winterstein, A. (2008). Validity and reliability of measurement instruments used in research. *American journal of health-system pharmacy : AJHP* :

- official journal of the American Society of Health-System Pharmacists, 65(23), 2276–2284. <https://doi.org/10.2146/ajhp070364>
- Koh T, Grabiner M, Clough C (1993). Bilateral deficit is larger for step than for ramp isometric contractions. J Appl Physiol;74:12005. <https://doi.org/10.1152/jappl.1993.74.3.1200>
- 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>
- Konrad, P. (2006). The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography. Estados Unidos da América: Noraxon, Inc.
- Kottner, J., Audige, L., Brorson, S., Donner, A., Gajewski, B. J., et al (2011). Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. International Journal of Nursing Studies, 48(6), 661–671. Doi <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2010.03.002>
- Lehman, G. J., & McGill, S. M. (1999). The importance of normalization in the interpretation of surface electromyography: a proof of principle. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 22(7), 444–446. [https://doi.org/10.1016/s0161-4754\(99\)70032-1](https://doi.org/10.1016/s0161-4754(99)70032-1)
- Loudon J. K. (2016). Biomechanics and Pathomechanics of the patellofemoral joint. International journal of sports physical therapy, 11(6), 820–830. Retirado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27904787/>
- Maffulli, N, Del Buono, A, Oliva, F, et al. (2014). Muscle Injuries: A Brief Guide to Classification and Management. Translational medicine @ UniSa, 12, 14–18. Retirado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26535183/>
- McDermott, A, Bolger, C, Keating, L. (2010). Reliability of three-dimensional gait analysis in cervical spondylotic myelopathy. Gait & posture, 32(4), 552–558. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.019>

- Merletti, R., & Muceli, S. (2019). Tutorial. Surface EMG detection in space and time: Best practices. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 49, 102363. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.102363>
- Mirka, G. A. (1991). The quantification of EMG normalization error. *Ergonomics*, 34(3), 343–352. <https://doi.org/10.1080/00140139108967318>
- Mirzaie, G, Rahimi, A, Kajbafvala, M, et al. (2018). Electromyographic activity of the hip and knee muscles during functional tasks in males with and without patellofemoral pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.11.001>
- 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:10.1016/j.jelekin.2009.08.003>
- Piccoli, M, Cescon, C, Barbero, M. (2019). Reliability of surface electromyography in estimating muscle fiber conduction velocity: A systematic review. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 48, 53–68. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.06.005>
- Powers, C. M., Witvrouw, E., Davis, I. S., & Crossley, K. M. (2017). Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *British journal of sports medicine*, 51(24), 1713–1723. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098717>
- Rathleff, M. S., Rathleff, C. R., Stephenson, A., Mellor, R., Matthews, M., Crossley, K. & Vicenzino, B. (2017). Adults with patellofemoral pain do not exhibit manifestations of peripheral and central sensitization when compared to healthy pain-free age and sex

- matched controls – An assessor blinded cross-sectional study. *PLoS ONE*. 12(12). e0188930. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188930>
- Rodrigues, A. (2015) Epidemiologia de lesões desportivas e fatores de risco em atletas de futebol do Clube Atlético e Cultural da Pontinha (Tese de Mestrado em Músculo-esquelética não editado. Escola Superior de Saúde de Alcoitão. Retirado de <http://hdl.handle.net/10400.26/9631>
- 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>
- Serpell, B. G., Scarvell, J. M., Ball, N. B., & Smith, P. N. (2012). Mechanisms and Risk Factors for Noncontact ACL Injury in Age Mature Athletes Who Engage in Field Or Court Sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(11), 3160–3176. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318243fb5a>
- Shumway-Cook, A; Woolacott, J (2001) - Motor Control: Theory and Practical Applications. 2a ed. Philadelphia: Lippincott, ISBN 0-683-30643.
- Shim, J, Choi, H, Shin, J. (2015). Effects of neuromuscular training on knee joint stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of physical therapy science*, 27(12), 3613–3617. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3613>
- Singh, N. (2018). International Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Orthopedic Research Online Journal*. 1 (5), 2576-8875 <https://doi.org/10.31031/OPROJ.2018.01.000525>
- Smith, B. E., Selfe, J., Thacker, D., et al. (2018). Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 13(1), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190892>
- Souza, A. C., Alexandre, N., & Guirardello, E. B. (2017). Psychometric properties in instruments evaluation of reliability and validity. *Propriedades psicométricas na*

avaliação de instrumentos: avaliação da confiabilidade e da validade. *Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Único de Saúde do Brasil*, 26(3), 649–659. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742017000300022>

Tan, S. S., van Linschoten, R. L., van Middelkoop, M., Koes, B. W., Bierma- Zeinstra, S. M., & Koopmanschap, M. A. (2010). Cost-utility of exercise therapy in adolescents and young adults suffering from the patellofemoral pain syndrome. *Scand J Med Sci Sports*, 20(4), 568–579. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00980.x>

Taunton, J., Bryan, M., Clement, D., McKenzie, D., Lloyd-Smith, D., & Zumbo, B. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine/Sports Medicine*, 36, 95–102. <https://doi.org/10.1136/bjsm.36.2.95>

Terwee, C, Bot, S, de Boer, M, et al. (2007). Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *Journal of clinical epidemiology*, 60(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2006.03.012>

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)

Zandi, S., Rajabi, R., Mohseni-Bandpei, M., & Minoonejad, H. (2018). Electromyographic Analysis of Shoulder Girdle Muscles in Volleyball Throw: A Reliability Study, *Biomedical Human Kinetics*, 10(1), 141-149. doi: <https://doi.org/10.1515/bhk-2018-0021>

7. Apêndices

Apêndice I

Cartaz digital de divulgação do estudo

PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO "ESTUDO DA FIABILIDADE TESTE-RETESTE DE UM ELECTROMIOGRAFO DE SUPERFÍCIE NA AVALIAÇÃO DA ACTIVIDADE 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 superfície na avaliação da actividade muscular do joelho e do ombro durante a realização de exercícios específicos.

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 Clínica Flexus (Lisboa).

Quais as vantagens em participar?

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?

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 clínica dos fisioterapeutas na avaliação e monitorização da actividade muscular.

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-Retestes 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 contacto 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 (Apêndice 1), o Consentimento Informado (Apêndice 2) e um questionário de autopreenchimento de Caracterização Sociodemográfica (Apêndice 4) 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-Retestes 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 eletromiógrafo de superfície *biosignalsplux*, será necessário proceder à preparação da pele para a colocação de elétrodos. Para isso, poderá ser necessário em algumas situações retirar os pelos no local de colocação dos elétrodos com recurso a uma gilete nova, individual e descartável e de seguida limpeza com álcool para melhor aderência dos elétrodos. 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 elétrodos colocados na pele com o intuito de medir a atividade muscular do músculo onde os elétrodos 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 serão-lhe 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)

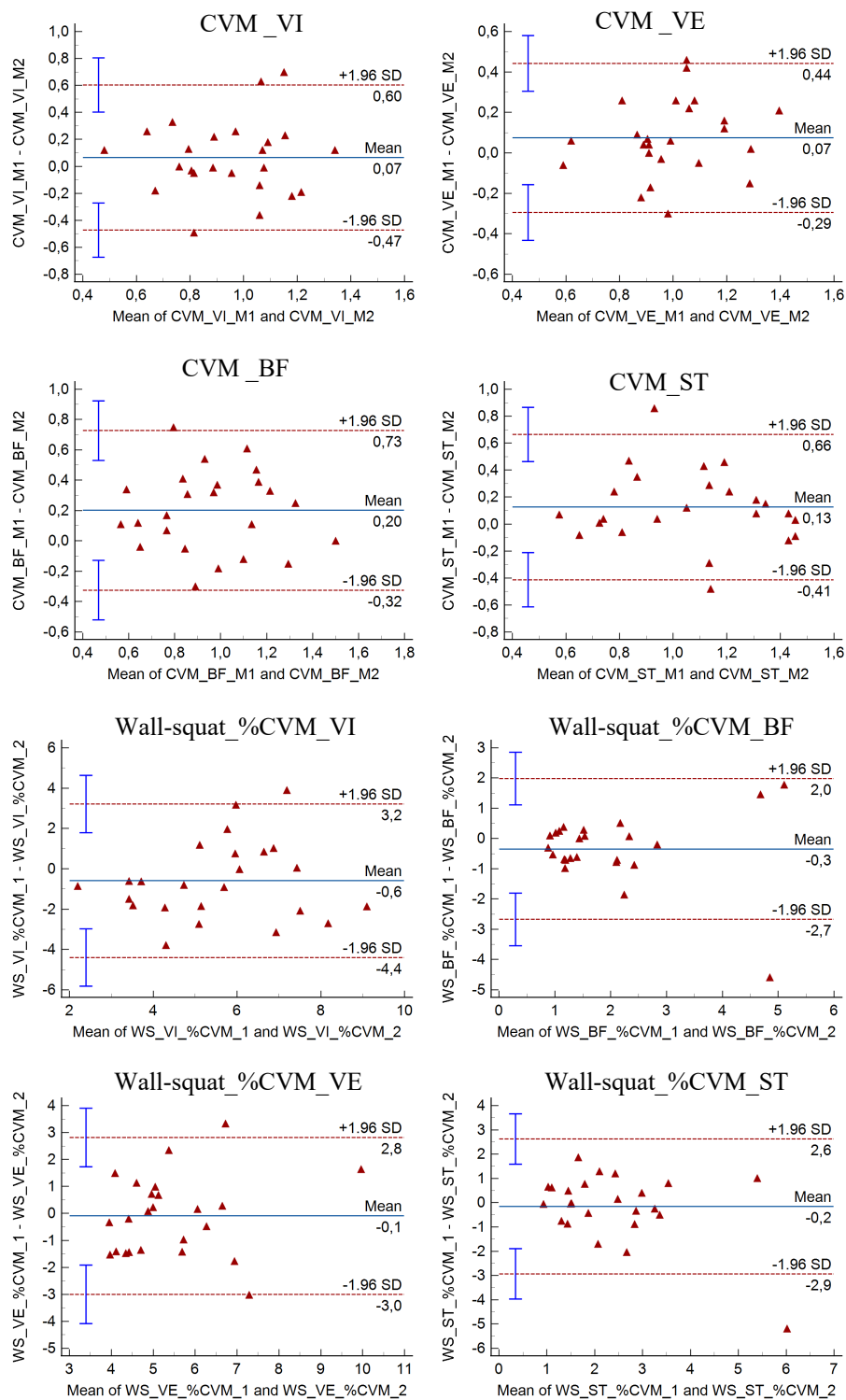
Telefone: 265709391

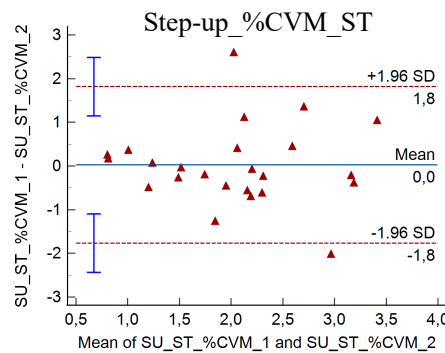
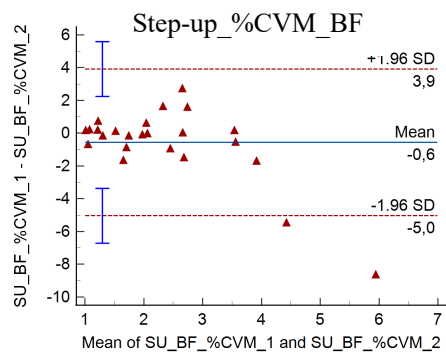
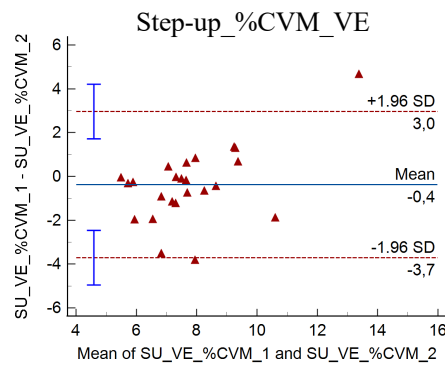
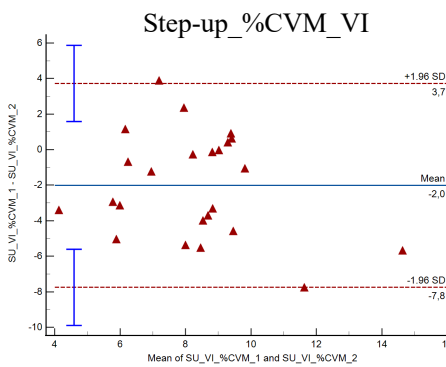
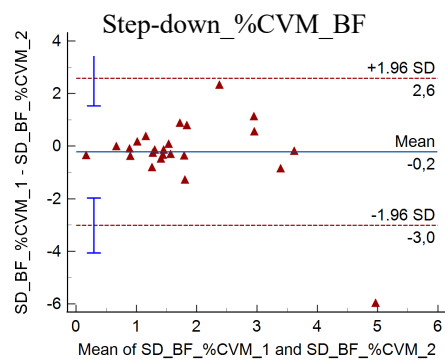
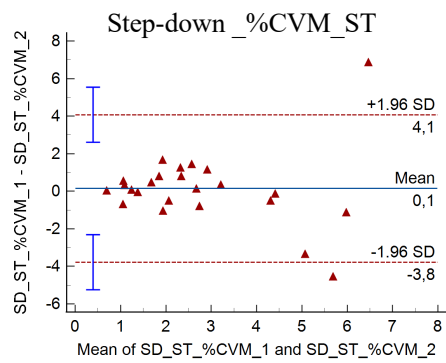
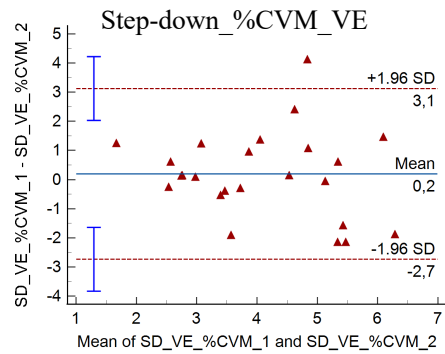
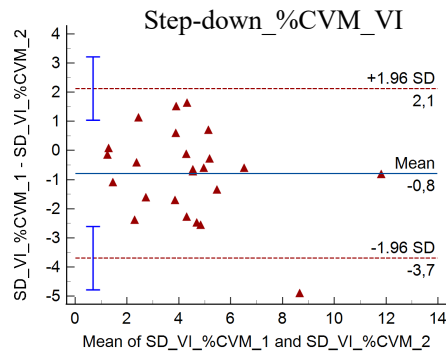
Muito obrigado por ler este documento,

Diogo Rodrigues e Pedro dos Santos

Apêndice IV

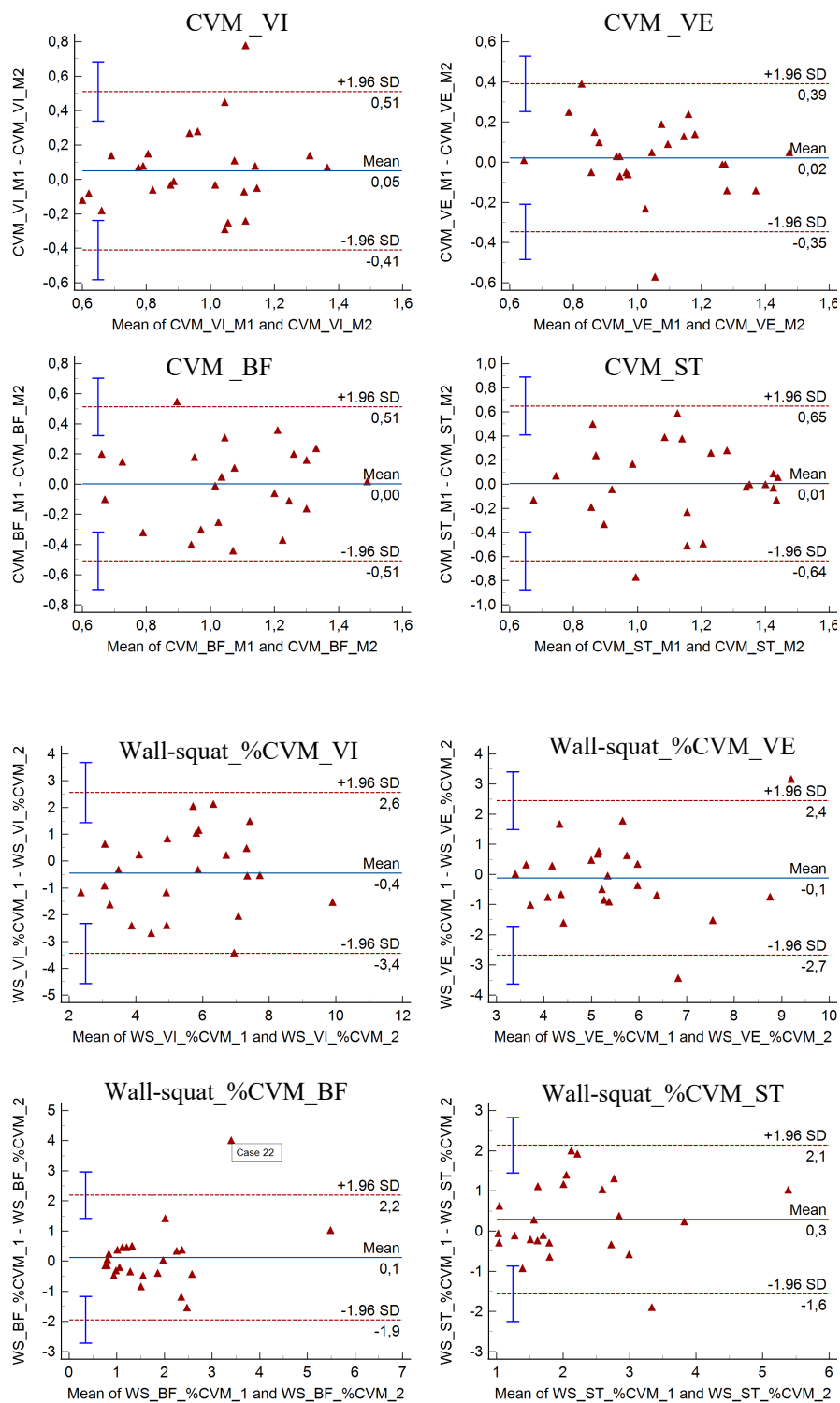
Gráficos Bland Altman Inter-avaliador

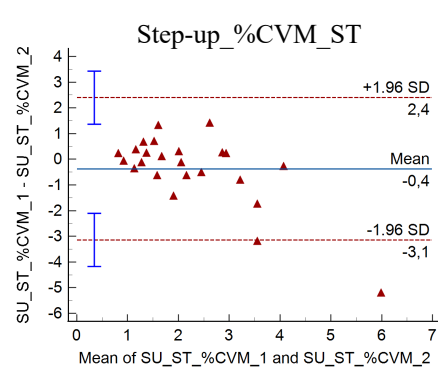
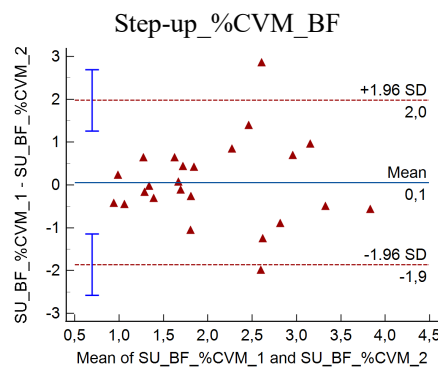
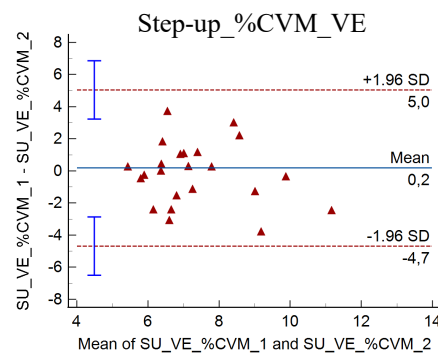
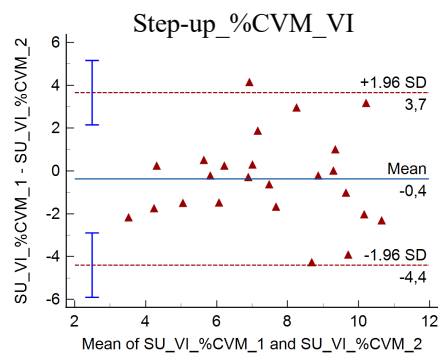
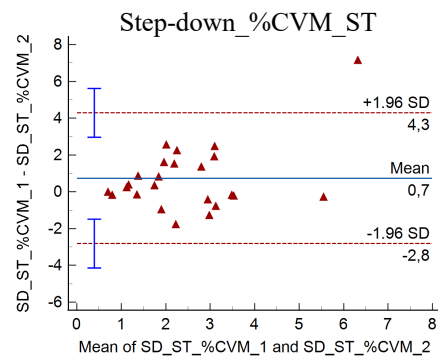
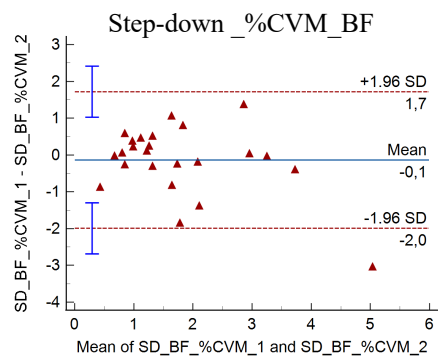
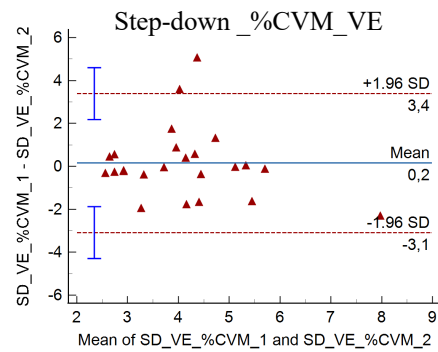
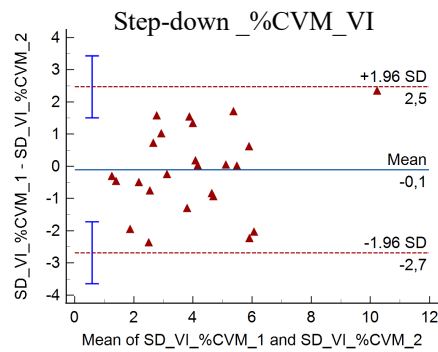




Apêndice V

Gráficos Bland Altman Intra-avaliador





8. Anexos

Anexo I

Parecer da Comissão de ética Especializada 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 contatos 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

