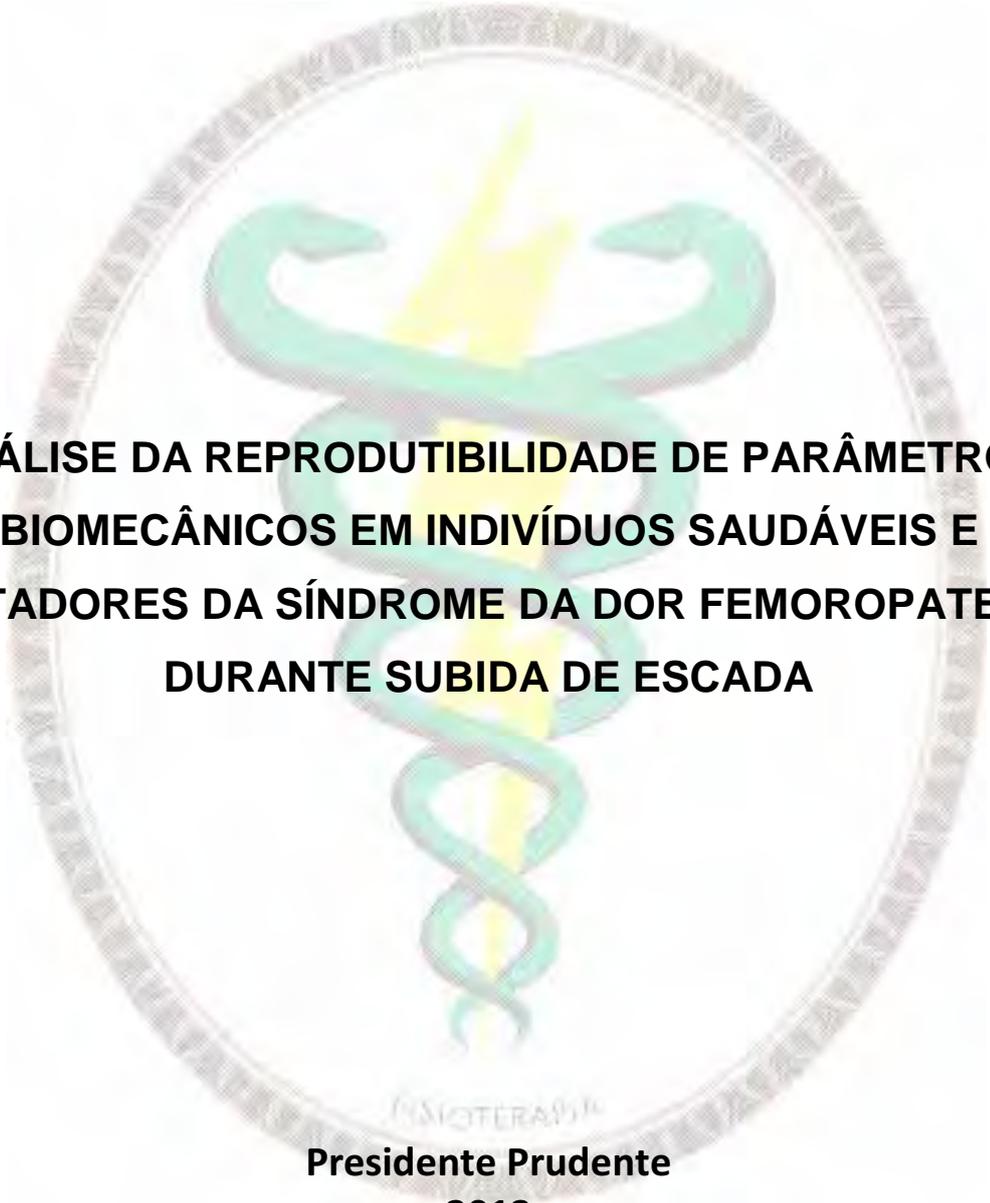


Deisi Ferrari



**ANÁLISE DA REPRODUTIBILIDADE DE PARÂMETROS
BIOMECÂNICOS EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS E
PORTADORES DA SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR
DURANTE SUBIDA DE ESCADA**

**Presidente Prudente
2013**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente

Deisi Ferrari

**ANÁLISE DA REPRODUTIBILIDADE DE PARÂMETROS
BIOMECÂNICOS EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS E
PORTADORES DA SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR
DURANTE SUBIDA DE ESCADA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia - FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo

Co-orientadora: Prof. Dra Cristina Elena Teles Fregonesi

**Presidente Prudente
2013**

Ferrari, Deisi.

F427a Análise da reprodutibilidade de parâmetros biomecânicos em indivíduos saudáveis e portadores da síndrome da dor femoropatelar durante subida de escada / Deisi Ferrari. - Presidente Prudente : [s.n], 2013

74 f.

Orientador: Fábio Micolis de Azevedo

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia

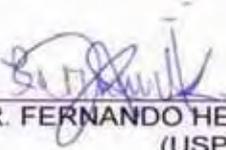
Inclui bibliografia

I. Síndrome da dor femoropatelar. 2. Eletromiografia. 3. Reprodutibilidade. I. Azevedo, Fábio Micolis de . II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

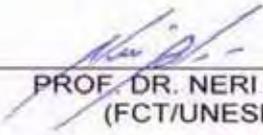
BANCA EXAMINADORA



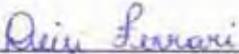
PROF. DR. FÁBIO MÍCOLIS DE AZEVEDO
(ORIENTADOR)



PROF. DR. FERNANDO HENRIQUE MAGALHÃES
(USP)



PROF. DR. NERI ALVES
(FCT/UNESP)



DEISI FERRARI

PRESIDENTE PRUDENTE (SP), 08 DE FEVEREIRO DE 2013.

RESULTADO: APROVADO

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditaram em mim e me fizeram enxergar um horizonte além das minhas próprias limitações. A todos, sem exceção, muito obrigada!

Agradecimentos

Muitos foram os que contribuíram para a realização deste trabalho, mas sem dúvida, Deus é o nosso mestre e nada aconteceria sem sua presença. À Ele, meu Muito Obrigada!

Agradeço aos meus pais, Airton Francisco Ferrari e Marlice Lourdes Kuhn Ferrari, pois sem dúvida eles foram os principais responsáveis por esta conquista.

Ao meu irmão, Willian Ferrari e familiares, pelo apoio, motivação e estímulo a continuar.

Ao meu namorado, Sandro Satio Suzuki, pela compreensão, carinho, força e apoio em todos os momentos difíceis;

A todas(os) as(os) amigas(os), em especial à Lara, Fernanda, Bruna e Clotilde, e os colegas de laboratório, principalmente à Anna Amélia, Cristiano, Maria Helena, Heloyse, Ana Carolina, pelas alegrias, companheirismo e ajuda sempre que precisei.

Ao meu orientador, Fábio Mícolis de Azevedo, pela paciência, incentivo e apoio. Além de contribuir para meu crescimento profissional e pessoal.

Aos professores, Neri Alves, Rúben de Faria Negrão Filho, Gladson R. F. Bertolini, Fernando H. Magalhães, Diego B. Colugnati, Augusto Cesinando de Carvalho, José Carlos S. Camargo Filho, Cristina H. T. P. Fregonesi, Eliane F. Chagas, Fernando Aragão e Carlos Eduardo de Albuquerque, que, cada um da sua maneira, contribuíram para a minha formação.

À todos os professores, que sem dúvidas foram exemplos a serem seguidos e à Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – FCT/UNESP pelas oportunidades fornecidas.

À todos que participaram na execução desta pesquisa, especialmente ao Prof. Fábio, à Heloyse e a todas as voluntárias, pois sem eles este trabalho não seria possível.

Enfim, Agradeço a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para o meu crescimento humano, social e intelectual.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 <i>Objetivo principal</i>	12
1.1.2 <i>Objetivos secundários</i>	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR (SDFP)	13
2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS FERRAMENTAS EM BIOMECÂNICA APLICADAS AO ESTUDO DA SDFP	16
2.2.1 <i>Considerações sobre a análise do sinal EMG no domínio da frequência</i>	19
2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REPRODUTIBILIDADE.....	20
2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE O TESTE DIAGNÓSTICO.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	27
3.2 ESCADA DE TESTE	28
3.3 SUJEITOS	29
3.4 INSTRUMENTAÇÃO	31
3.4.1 <i>Fixação dos eletrodos</i>	32
3.5 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	34
3.6 PROCESSAMENTO DOS SINAIS EMG	35
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	37
3.7.1 <i>Teste de acurácia diagnóstica</i>	39
4. RESULTADOS	41
4.1 TESTE DIAGNÓSTICO.....	45
5. DISCUSSÃO	47
5.1. CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS	47
5.2. GC VERSUS GSDFP	50
5.3. TESTE DIAGNÓSTICO.....	52
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
7. CONCLUSÃO	58
8. AGRADECIMENTOS	59
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXO 1: PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO PARA O GRUPO SAUDÁVEL	64
ANEXO 2: PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO PARA SDFP	68
ANEXO 3: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	70
ANEXO 4: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	72

Lista de Figuras

Figura 1. Fluxograma representando o delineamento experimental do estudo	
29	
Figura 2. Escada utilizada para a realização do gesto de estudo	30
Figura 3. Eletroestimulador utilizado para a localização do ponto motor	34
Figura 4. Pontos de referência para o posicionamento da transparência	35
Figura 5. Pontos de referência e a marcação destes na transparência	36
Figura 6. Espectro de potência dividido em banda de intensidade	37

Lista de Tabelas e Quadros

Tabela1. Índice de confiabilidade dos valores de Fmed (Hz) e da intensidade normalizada do sinal do músculo VL das bandas de baixa (B1), média (B2) e alta frequência (B3) do grupo controle (GC) e do grupo SDFP (GSDFP) 44

Tabela 2. Índice de confiabilidade dos valores de Fmed (Hz) e da intensidade normalizada do sinal do músculo VM das bandas de baixa (B1), média (B2) e alta frequência (B3) do grupo controle (GC) e do grupo SDFP (GSDFP) 46

Tabela 3. Resultado do teste de acurácia diagnóstica do protocolo de avaliação para identificação da SDFP 48

Quadro 1. Classificação e quantificação dos sujeitos a partir da referência padrão com o resultado o protocolo de avaliação 49

Lista de Abreviaturas

- B1: Banda de baixa frequência (15 – 45Hz)
B2: Banda de média frequência (45 – 96Hz)
B3: Banda de alta frequência (96 – 400Hz)
CCI_{2,k}: Coeficiente de Correlação Intraclasse Modelo *Two Way Randon*
CMRR: *Common Mode Rejection Ratio*
CVIM: Contração Voluntária Isométrica Máxima
E: Especificidade
EMG: Eletromiografia
EPM: Erro Padrão da Medida
EVA: Escala Visual Analógica de dor
FAPESP: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Fm: Frequência Média
Fmed: Frequência Mediana
FRS: Força de Reação do Solo
GC: Grupo Controle
GSDFP: Grupo de portadores da Síndrome da Dor Femoropatelar
IC: Intervalo de Confiança
ICC: Coeficiente de Correlação Intraclasse
LR-: *negative likelihood ratio*
LR+: *positive likelihood ratio*
MDD: Mínima Diferença Detectável
NBR: denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
PSD: Densidade Espectral de Potência
RMS: Raiz Quadrada da Média
S: Sensibilidade
SDF: Função de Distribuição Espectral
SDFP: Síndrome da Dor Femoropatelar
Sinal EMG: Sinal eletromiográfico
SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*

TDF: Transformada Rápida de Fourier

VL: Músculo Vasto Lateral

VM: Músculo Vasto Medial

VP-: *negative predictive value*

VP+: *positive predictive value*

Resumo

Apesar da síndrome da dor femoropatelar (SDFP) apresentar alta incidência, sua etiologia permanece obscura e seu diagnóstico clínico e funcional indefinido. Acredita-se que uma das causas da SDFP seja um desequilíbrio entre os músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL), porém são escassos os estudos que investigam parâmetros eletromiográficos no domínio da frequência destes músculos. Além disso, existe pouca evidência científica em relação à acurácia diagnóstica de testes clínicos e funcionais, assim como da confiabilidade das referências padrão. Portanto, o objetivo é testar a viabilidade de parâmetros eletromiográficos (EMG), do domínio da frequência, para caracterização da SDFP e, posteriormente, utilizá-los como referência padrão para o cálculo da acurácia diagnóstica de um protocolo de avaliação.

Foram avaliadas 29 mulheres saudáveis e 22 mulheres portadoras da SDFP. Os sinais eletromiográficos foram obtidos durante o gesto funcional de subida de escada e os músculos analisados foram o VM e o VL. As variáveis eletromiográficas foram submetidas a análises de confiabilidade de medidas, $ICC_{2,k}$ (coeficiente de correlação intraclasse), EPM (erro padrão da medida) e MDD (mínima diferença detectável). Posteriormente, as variáveis EMG capazes de caracterizar e diferenciar os grupos, foram utilizadas como referência padrão para o cálculo da acurácia diagnóstica de um protocolo de avaliação clínica e funcional para a SDFP. Os resultados revelaram que os parâmetros EMG, frequência mediana (Fmed), banda de baixa, média e alta frequência, apresentaram alta reprodutibilidade, com EPM e MDD baixos para ambos os grupos e músculos. Em relação aos testes de acurácia diagnóstica, os resultados mostraram-se adequados. Portanto, conclui-se que a Fmed e as bandas de frequência foram capazes de caracterizar ambos os grupos e o protocolo utilizado para a avaliação da SDFP mostrou-se sensível e específico para identificação desta patologia.

Palavras chave: Eletromiografia. Reprodutibilidade. Síndrome da dor femoropatelar. Diagnóstico.

Abstract

Although patellofemoral pain syndrome (PFPS) exhibit high incidence, etiology remains obscure and it's clinical and functional undefined. It is believed that one cause of PFPS is an imbalance between the vastus medialis (VM) and vastus lateralis (VL), but there are few studies that investigate electromyographic parameters in the frequency domain these muscles. Moreover, there is little scientific evidence regarding diagnostic accuracy of clinical tests and functional as well as the reliability of the standard references. Therefore, the objective is to test the feasibility of electromyographic parameters (EMG), the frequency domain to characterize the PFPS and then use them as a reference standard to calculate the diagnostic accuracy of an assessment protocol. Were evaluated 29 healthy women and 22 women with PFPS. The signals were obtained during the functional task of stair climbing and the muscles measured were the VM and the VL. The electromyographic variables were subjected to a reliability measures, $ICC_{2, k}$ (intraclass correlation coefficient), SEM (standard error of measurement) and MDD (minimum detectable difference). Subsequently, the EMG variables able to characterize and differentiate the groups, were used as reference standard for calculating the diagnostic accuracy of a clinical assessment protocol and functional for PFPS. The results revealed that the parameters EMG, median frequency (MF) band of low, medium and high frequency, showed high reproducibility, with SEM and MDD low for both groups and muscles. For tests of diagnostic accuracy, the results were suitable. Therefore, it is concluded that the MF and frequency bands have been able to characterize both groups and the protocol used for assessing the PFPS was sensitive and specific identification of this pathology.

Keywords: Electromyography. Reproducibility. Patellofemoral pain syndrome. Diagnostic

1. INTRODUÇÃO

A SDFP é uma patologia que apresenta alta incidência e, dependendo do estágio em que se encontra, ela pode comprometer severamente o desempenho de atividades funcionais pelo indivíduo. Apesar de ela ser a queixa principal nas clínicas ortopédicas e comprometer 1 em cada 4 indivíduos fisicamente ativos, a SDFP permanece com sua etiologia indefinida. Autores defendem que a causa seja multifatorial, compreendendo alterações estáticas e dinâmicas. O desequilíbrio dinâmico tem sido estudado por vários autores e estes associam o desenvolvimento da SDFP com desequilíbrios entre as atividades dos músculos VM e VL.

Atualmente a principal estratégia de estudo da função muscular é por meio da eletromiografia de superfície, na qual a análise do domínio do tempo tem-se destacado no estudo da SDFP. No entanto, os parâmetros analisados por este método de análise permanecem sob investigação e, portanto, inconclusivos. Dessa forma, utilizar-se-á uma análise no domínio da frequência para complementar as análises no domínio do tempo e possivelmente contribuir para o entendimento da SDFP. A partir da análise no domínio da frequência, comumente se extrai a Fmed (frequência mediana) que representa um comportamento global do espectro de frequência, mas, também, existe a possibilidade de se realizar uma observação mais específica do espectro de frequência, adotando a estratégia de dividi-lo em bandas. No presente estudo esta divisão consiste em três bandas: de baixa, média e de alta frequência.

Clinicamente a SDFP é caracterizada por dor retropatelar ou anterior ao joelho e sua sintomatologia exacerba-se durante atividades funcionais, dentre

as quais se destaca a subida de escadas. Por esta razão, optou-se em utilizar como gesto de estudo a subida de escada, considerando que esta tarefa exige um maior equilíbrio entre a atividade muscular do VM e VL. Entretanto, o que está sendo proposto é relativamente novo e, portanto, para se certificar que o protocolo experimental é adequado e confiável para esta atividade, testou-se a sua reprodutibilidade. Assim, após a comprovação de que os ensaios se reproduzem, e que as variáveis eletromiográficas analisadas apresentam diferença estatística entre os grupos, foi possível caracterizar tanto o grupo saudável quanto o grupo com SDFP. Além disto, a variável que se destacou na diferenciação dos grupos foi utilizada como referência padrão para o teste diagnóstico do protocolo de avaliação, proposto neste trabalho.

Além de a SDFP apresentar alta incidência e gerar comprometimentos funcionais, ela pode estar relacionada com o desenvolvimento de outras patologias como osteoartrite patelofemoral, bursites e tendinite peripatelar, agravando ainda mais a condição clínica de dor e perdas funcionais por parte do indivíduo. Um diagnóstico precoce seria indicado para evitar este prognóstico e, conseqüentemente proporcionar ao indivíduo melhor qualidade de vida. Entretanto, atualmente não existe um diagnóstico clínico preciso para a SDFP. Portanto, a partir de um levantamento bibliográfico apresenta-se, neste trabalho, um protocolo de avaliação clínica para a SDFP, assim como o teste de sua acurácia diagnóstica a partir da utilização de variáveis eletromiográficas como referência padrão.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo principal

Pretende-se, em um contexto amplo, testar a viabilidade de um parâmetro indicador do comportamento do espectro de frequência do sinal EMG, para a caracterização da SDFP, representado pela frequência mediana (Fmed) e intensidade das bandas de baixa (15 a 45 Hz), média (45 a 96 Hz) e alta frequência (96 a 400 Hz) em um delineamento experimental que envolve uma atividade funcional de subir uma escada.

1.1.1.1 Objetivos específicos.

- i) Comparar os resultados obtidos em cada banda de frequência e Fmed entre os grupos, com e sem a SDFP.
- ii) Testar a reprodutibilidade dos resultados obtidos em cada banda de frequência e da Fmed nos diferentes dias de teste.

1.1.2 Objetivos secundários

Testar a acurácia diagnóstica de um protocolo de avaliação clínica para identificar os casos positivos de SDFP a partir de um parâmetro eletromiográfico como referência padrão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações sobre a síndrome da dor femoropatelar (SDFP)

O joelho é considerado uma das articulações mais lesionadas na prática esportiva, assim como nas atividades de vida diária (1). Dentre a grande variedade de patologias que acometem essa articulação, destaca-se a SDFP, pois acomete de 10 a 28% da população (2, 3).

Define-se a SDFP como uma alteração na articulação femoropatelar proveniente de uma instabilidade patelar que se caracteriza por inclinação ou lateralização da patela. Esta lateralização pode ocorrer momentaneamente, sendo observada em radiografias instantâneas como uma posição de subluxação em relação ao seu leito troclear. Mas a patela pode estar nesta posição inclinada, numa forma estruturada sem episódio de luxação e, neste caso também é denominada de SDFP ou síndrome de hiperpressão (4).

Na prática clínica, a SDFP compreende de 25% a 40% de todos os problemas de joelho tratados nas clínicas de medicina do esporte, afetando 1 em cada 4 indivíduos fisicamente ativos (5-9). Um estudo que analisou pacientes com SDFP em um período de 4 a 18 anos depois da primeira consulta, revelou que 91% dos indivíduos ainda se queixavam de dor no joelho e 36% apresentavam restrições funcionais (7). Além disso, evidenciou-se uma associação dos portadores da SDFP com o desenvolvimento de osteoartrite patelofemoral (10) e outras enfermidades, tais como tendinite peripatelar e bursites (3).

Frequentemente a SDFP é diagnosticada em pessoas entre 10 e 35 anos de idade e atinge de 2 a 3 vezes mais as mulheres do que os homens (3, 6, 11-14). Um estudo que monitorou 446 estudantes diagnosticados com SDFP, selecionados aleatoriamente, em um período de 7 anos, demonstrou que 18,1% dos indivíduos eram homens e 33,2% eram mulheres. Também se observou que 30% deles tinham experimentado dor retropatelar nos últimos anos e 18% pararam de praticar atividades físicas em decorrência do desconforto no joelho (6).

Clinicamente, a SDFP apresenta-se como uma condição de dor difusa, exacerbada por atividades como subir e descer escadas, caminhadas em terrenos inclinados, permanecer sentado por tempo prolongado, agachado e ajoelhado (13-15). Portanto, além de a SDFP apresentar elevada incidência, ela compromete seriamente o cotidiano dos indivíduos portadores desta patologia (2, 7, 16).

Os fatores etiológicos da SDFP ainda não apresentam definição clara, no entanto, acredita-se na causa multifatorial em que autores ressaltam que ela pode estar associada a alterações anatômicas e biomecânicas do membro inferior ou restrições de tecidos moles, caracterizado como desequilíbrio estático, assim como distúrbio muscular do joelho, qualificado como desequilíbrio dinâmico (17).

Alterações estáticas consideradas como causa para um mau alinhamento patelar podem ser aquelas que aumentam o efeito do arco do quadríceps como: pelve alargada, geno valgo, aumento do ângulo Q, rotação tibial externa, patela alta, retináculo capsular medial frouxo, VM insuficiente (inserção alta na patela ou atrofia por desuso), retináculo capsular lateral retraído, pronação

subtalar excessiva, retrações musculares, dentre outros (18, 19). Tais alterações podem provocar uma lateralização da patela, aumentando a pressão de contato com o côndilo femoral e, conseqüentemente, gerar os sintomas da SDFP (20).

O desequilíbrio dinâmico tem sido estudado por vários autores e estes associam o desalinhamento patelar a uma alteração na atividade dos estabilizadores mediais e laterais da articulação femoropatelar, os músculos VM e VL (11, 21-26). Sugere-se que disfunções no controle neuromotor dos músculos VM e VL podem ocorrer e gerar forças de diferentes amplitudes num mesmo instante ou atraso em suas ativações (21, 26-28), causando um deslocamento lateral da patela, irritando os tecidos moles da articulação (29). Hipoteticamente, considera-se que a ativação do VM inicia anteriormente à ativação do VL, no sentido de manter o equilíbrio do deslizamento da patela, o que pode não ocorrer nos portadores dessa síndrome (18, 21).

Para verificar se há um desequilíbrio entre o VM e o VL, e se essa disfunção do quadríceps é um dos fatores etiológicos da SDFP, muitos autores têm estudado a ativação destas porções por meio da eletromiografia de superfície (EMG), pois a coordenação precisa das atividades destes músculos é crucial para um ótimo trajeto patelar até a tróclea femoral (21, 27, 28).

Recentemente foi realizado um estudo de revisão sobre os métodos empregados para avaliar a atividade muscular do VM e VL e, apesar da grande variação metodológica entre os estudos analisados, observaram-se diferenças em relação à amplitude e ao tempo de ativação do VM em relação ao VL na comparação entre indivíduos clinicamente saudáveis e sujeitos com SDFP, confirmando a hipótese de que existe uma disfunção no quadríceps em

indivíduos portadores da síndrome (30). Além dos fatores elencados acima, alguns estudos revelam que a rotação do fêmur, também pode influenciar no padrão de recrutamento dos músculos VM e VL, alterando, assim, o alinhamento adequado da patela (31, 32).

A subida e descida de escada, como citado anteriormente, é uma das atividades funcionais que exacerbam o quadro de desconforto em indivíduos portadores da SDFP, pois resultam em uma maior sobrecarga sobre a articulação femoropatelar (33). Portanto, considera-se relevante incluir essa tarefa em estudos que avaliem portadores da SDFP. Yu e colaboradores (34) concluíram, em seu estudo, que à medida que são aumentados degraus na escada, a reprodutibilidade dos dados tende a aumentar; assim, a avaliação deve ser realizada a partir do terceiro degrau de uma escada e mais degraus devem existir após o terceiro, de modo a não haver uma parada súbita na subida. Dessa forma, o presente estudo utilizou uma escada com sete degraus para favorecer uma maior funcionalidade à atividade e também uma melhor reprodutibilidade dos resultados.

2.2 Considerações sobre as ferramentas em biomecânica aplicadas ao estudo da SDFP

A cinemetria, a antropometria, a eletromiografia e a dinamometria, são técnicas utilizadas pela biomecânica com objetivo de analisar, caracterizar e melhor entender o movimento humano (35). Neste estudo utilizou-se a dinamometria e a eletromiografia, mas o enfoque foi dado para os dados eletromiográficos.

A eletromiografia de superfície é uma das principais técnicas utilizadas pela biomecânica. Ela é um método que permite o registro e monitoração dos potenciais de ação das membranas de fibras musculares em contração, possibilitando desta forma o estudo da função muscular por meio da análise dos sinais elétricos (36, 37). A utilização da eletromiografia tem como propósitos fundamentais servir como indicador de estresse muscular, padrões de movimentos e identificar parâmetros de controle do sistema nervoso (38).

O sinal eletromiográfico (sinal EMG) pode ser submetido, basicamente, a dois tipos de análises: no domínio do tempo e da frequência. A análise no domínio do tempo permite a visualização do padrão de ativação muscular durante uma contração e as comparações entre diferentes tipos de contrações, exercícios e sobrecargas. Podem ser utilizadas diferentes medidas da intensidade do sinal que são a RMS (*root mean square*), a integral e o valor normalizado pela média. A análise no domínio do tempo tem sido utilizada para correlacionar a intensidade da atividade eletromiográfica com a força muscular (39). As principais aplicações da análise no domínio da frequência têm sido no estudo das alterações fisiológicas relacionadas à fadiga muscular e no recrutamento de unidades motoras durante variações no nível da força muscular (40).

Na literatura, a principal abordagem que se dá ao uso da eletromiografia de superfície para estudos da SDFP é a avaliação das características temporais do recrutamento dos músculos VM e VL. Uma abordagem muito utilizada é quantificar o atraso na atuação de um dos músculos em relação a outro por meio de determinação do início de suas ativações pela identificação dos respectivos *onsets*. Mas, também podem ser avaliadas diferenças entre os

tempos decorridos até que se atinja o pico de ativação do sinal e ainda pela comparação da integral do sinal. Estes estudos abrem possibilidades para o estabelecimento de protocolos de avaliação que permitam propor formas de tratamento para alterar o padrão de comportamento do VM, para que o mesmo inicie sua atividade antes do VL, no sentido de conter forças laterais da patela. A suposição é que o músculo vasto lateral atue de forma mais incisiva contribuindo para a instabilidade da patela.

Esses estudos buscam padronizar essas análises eletromiográficas, porém não chegam a uma resposta em comum que consiga diferenciar um grupo normal de um grupo patológico (18, 41, 42). Um estudo realizado por Pulzato (2005) (18) mostrou que no grupo normal, durante a subida do degrau, em 80,0% dos voluntários o VM ativou antes, em 6,6% depois, e em 13,4% ocorreu ativação simultânea ao VL. No grupo com a SDFP em apenas 16,6% o VM ativou antes, e em 33,4% depois. Já em 50,0% ocorreu ativação simultânea. Em estudo recente (43), foi analisado o tempo de resposta reflexa dos músculos VM e VL em indivíduos saudáveis e portadores de SDFP por meio de EMG de superfície durante uma percussão no ligamento patelar. Para ambos os grupos foi observado que o tempo de resposta do VM é menor em relação às outras duas porções do quadríceps, concluindo assim que o tempo de resposta reflexa não diferencia os indivíduos sintomáticos daqueles clinicamente saudáveis.

Entende-se a partir dos estudos descritos anteriormente que não existe um consenso em relação a análise do sinal EMG baseado na quantificação da sincronia entre as porções do VL e VM. Neste contexto, observa-se uma lacuna relacionada ao processamento do sinal EMG no sentido de se testar a

viabilidade de outros parâmetros, no domínio da frequência do sinal EMG, para a caracterização da presença da SDFP (44).

2.2.1 Considerações sobre a análise do sinal EMG no domínio da frequência

Para a análise do sinal no domínio da frequência tem sido utilizada a densidade espectral de potência (PSD - *Power Spectrum Density*). A PSD demonstra qual é a potência do sinal em determinadas bandas de frequências (45). Também é utilizada a função de distribuição espectral (SDF), que pode ser definida como a integral normalizada do espectro de potência. A SDF permite análises complementares à PSD, pois permite uma visualização da distribuição acumulada do sinal em função da frequência (46). A partir desses processamentos, podem ser obtidas a frequência mediana (Fmed), a frequência média (Fm) e a potência em bandas específicas. A Fmed representa o centro geométrico da PSD, ou seja, a frequência na qual a densidade do espectro encontra-se dividida em duas regiões de áreas iguais (36). A Fm representa a média ponderada da PSD. Estudos demonstram que a Fmed é mais sensível às variações de frequências (altas e baixas) e tem correlação com a velocidade de condução das fibras musculares e diferenciação no recrutamento das unidades motoras (47).

A decomposição do sinal em suas bandas de frequência também permite que sejam empregados métodos de processamento para extração de parâmetros que refletem alterações mais específicas em determinadas faixas do espectro. Neste caso, não é observado o reflexo global das alterações do

espectro de frequência, mas o comportamento específico de bandas selecionadas durante a ativação do músculo VL e VM. De acordo com o encontrado na literatura não existe um consenso sobre a forma de divisão do espectro de potência (48-51), porém a maioria dos estudos, que utilizam esse tipo de análise do sinal EMG, faz a divisão do espectro em duas bandas (48, 49), as quais geralmente recebem o nome de baixa e alta frequência, ou estudos que dividem o espectro em três bandas (50) denominadas de baixa, média e alta frequência.

Apesar da falta de consenso na literatura sobre a forma de divisão do espectro de potência do sinal a maioria dos estudos analisa o comportamento específico do espectro relacionando com o comportamento do parâmetro global, os quais analisam o valor da F_{med} , representando o parâmetro global, com os valores encontrados em cada banda de corte do espectro, representando o comportamento específico (50). Esses estudos revelam que em indivíduos saudáveis a potência do sinal na primeira banda de corte tende a seguir o comportamento da F_{med} , ou seja, se o valor da F_{med} for elevado a potência do sinal na primeira banda de corte tende a ser elevada também, ou, se a F_{med} for baixa a potência do sinal na primeira banda de corte tende a ser baixa (50). Outro achado em relação ao comportamento da intensidade do sinal em diferentes bandas de corte em indivíduos saudáveis é que a intensidade do sinal diminui conforme aumenta a frequência de corte, ou seja, a intensidade do sinal na primeira banda de corte (baixa frequência – 15 a 45 Hz) tende a ser maior que a intensidade do sinal na segunda banda de corte (alta frequência – 96 a 400 Hz) (49, 50).

2.3 Considerações sobre a reprodutibilidade

Avaliar a reprodutibilidade de uma ferramenta de teste é de suma importância para clínicos e pesquisadores, uma vez que um índice de reprodutibilidade permite estabelecer o grau de estabilidade exibida quando uma mensuração é repetida sob condições idênticas, em outros termos, a reprodutibilidade refere-se ao grau pelo qual os resultados obtidos por uma mensuração podem ser reproduzidos (52). A reprodutibilidade é fundamental para todos os aspectos de medição, porque sem ela não podemos ter confiança nos dados coletados, nem podemos extrair conclusões racionais sobre estes dados (53).

Ferramentas comumente utilizadas para se testar a reprodutibilidade são o erro padrão da medida (EPM) e o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) os quais parecem ser complementares (54, 55). O primeiro pode ser utilizado para verificar o tamanho do erro em relação ao tamanho das mudanças ocorridas nas variáveis estudadas. O segundo é indicado para considerar o tamanho do erro em relação a diferença entre medidas. Além disso, indica-se a realização do cálculo da mínima diferença detectável (MDD), para saber se a diferença entre teste e reteste é de fato real ou efeito de uma variação inerente da pesquisa, erros de medição ou vieses do observador (54, 56). É sabido que um ICC alto está relacionado com uma pequena variação intra-sujeitos e que esta se refere à consistência na ferramenta de medida utilizada, uma vez que um método reprodutível possui um erro de medida pequeno (52, 54), assim como o MDD (56).

O ICC é tipicamente utilizado para avaliar a consistência relativa das medidas (reprodutibilidade) e o erro padrão da medida (EPM) como a consistência absoluta da medida (precisão). Vários fatores podem afetar a

reprodutibilidade e precisão dos sinais EMG, estes incluem mudanças na temperatura, alterações no recrutamento muscular (57), estado metabólico local, interação entre a pele e o eletrodo, condições ambientais do local do experimento (53, 57), reposicionamento de eletrodos (58) e movimentação dos mesmos durante atividades dinâmicas. Por isso, a padronização dos experimentos é necessária para reduzir os erros do sinal EMG e otimizar a reprodutibilidade e precisão (57).

Acessar a reprodutibilidade das variáveis eletromiográficas é de considerável relevância, pois é um método amplamente utilizado para avaliar e possivelmente detectar alterações na função muscular. Achados de reprodutibilidade da amplitude e valores de frequência (F_{med} e F_m) (59, 60) são conflitantes dependendo do procedimento experimental adotado e do tipo de músculo examinado (58). A maioria dos estudos relatam a reprodutibilidade de parâmetros referentes a atividades estáticas e reportam boa reprodutibilidade para os parâmetros EMG de acordo com Laplaud e colaboradores (2006) (61). No entanto, existe a necessidade de se investigar parâmetros eletromiográficos em atividades dinâmicas; em vista disso alguns estudos investigaram a reprodutibilidade de diferentes atividades como ciclismo (61), corrida (57) e descida de escada (30). No entanto, não encontramos estudos que estudaram a reprodutibilidade e precisão de parâmetros no domínio da frequência, principalmente da divisão em bandas do espectro de frequência, durante a atividade funcional de subida de escada para os músculos VM e VL.

2.4 Considerações sobre o teste diagnóstico

A SDFP, como mencionado anteriormente, apresenta alta incidência (2, 7, 16) acometendo 1 a 4 indivíduos fisicamente ativos (5, 6) entre as idades de 10 a 35 anos (3, 6). Sabe-se que a dor característica desta patologia é exacerbada durante a realização de atividades cotidianas como subir e descer escadas, agachamentos, permanecer sentado por tempo prolongado (13, 26, 62), gerando limitações funcionais ao indivíduo e prejudicando severamente a execução de práticas esportivas (2, 16). Além disso, a SDFP pode estar associada com o desenvolvimento de patologias de maior grau de limitação funcional como, já citada, a osteoartrite patelofemoral (7, 10) e outras enfermidades, tais como tendinite peripatelar e bursites (3).

Neste contexto, ressalta-se a importância de um diagnóstico clínico precoce para impedir a evolução desta patologia. Entretanto, estudos relacionados ao desenvolvimento de ferramentas clínicas para caracterização e/ou diagnóstico da SDFP constitui uma temática ainda muito pouco explorada na literatura. Segundo Cook *et al* (2010) fazem 25 anos que o termo síndrome da dor femoropatelar é utilizado, porém são pouquíssimos os estudos que examinaram de forma explícita a acurácia diagnóstica dos testes clínicos utilizados para diagnosticar a SDFP. Curiosamente, estes estudos foram publicados a partir de 2001, significando que a investigação da sensibilidade, especificidade e reprodutibilidade dos componentes de uma ferramenta clínica para a caracterização da SDFP constitui um esforço relativamente novo (63).

Nijs e colaboradores (2006) se dedicaram a investigação da acurácia diagnóstica de alguns testes físicos, e concluíram que a validade dos testes,

comumente utilizados para diagnóstico, como o de Waldron, Clarke, de apreensão, de coordenação do vasto medial e *eccentric step* são questionáveis, pois apresentaram valores de razão de verossimilhança positiva baixos e negativa altos, muito distantes do ideal para considerar um teste válido para diagnóstico (64). Em outro estudo, realizado por Cook e colaboradores (2010), observou-se que os testes de compressão da patela contra o fêmur durante contração isométrica do quadríceps, palpação das bordas da patela, contração resistida do quadríceps, agachamento, subir escadas, ajoelhado e sentado por tempo prolongado, quando analisados de forma isolada apresentaram valores de verossimilhança positiva baixos. Contudo, ao analisar uma combinação de testes físicos com os testes funcionais observou-se uma melhora nos valores de verossimilhança positiva, principalmente quando se agregou os testes de contração resistida, palpação das bordas da patela e agachamento (63).

Dessa forma, elaborou-se um protocolo de avaliação clínica para identificação de indivíduos portadores da SDFP, composta por dimensões relacionadas à dor, funcionalidade e testes clínicos (anexo 2). No entanto, é preciso testar a acurácia diagnóstica desta ferramenta para saber se ela é sensível e específica na identificação de indivíduos com e sem SDFP. Para tanto se faz necessário a utilização de um padrão ouro ou, na ausência deste, uma referência padrão.

Atualmente não existe um padrão ouro para o diagnóstico da SDFP, entretanto há uma variedade de referências padrão aceitáveis para tal, como a artroscopia, exames de imagem, testes clínicos associados a perdas funcionais e a presença de dor anterior ao joelho que se reproduz durante a realização de

atividades de agachamento, subir e descer escadas, permanecer muito tempo sentado, dentre outras. Acredita-se que esta variedade de referências padrão prejudica a qualidade metodológica dos estudos e ainda, provoca uma ampla variação estatística dos testes positivos para a SDFP (17). Somando-se a isto, existe uma insuficiência de evidências que determinam a reprodutibilidade, validade, sensibilidade e especificidade de exames de imagem que indiquem, por exemplo, a congruência angular, deslocamento patelar lateral, inclinação patelar, dentre outras alterações que possam ocorrer em portadores da SDFP (65). Assim como os exames de imagem, os testes funcionais e clínicos, também apresentam uma investigação limitada da acurácia diagnóstica (63).

Sabendo-se que a EMG de superfície é amplamente utilizada no estudo da SDFP e provada sua capacidade de detecção de alterações na atividade elétrica muscular, pretende-se neste estudo utilizar variáveis eletromiográficas como referência padrão. No entanto, algumas medidas de confiabilidade são necessárias para garantir que as variáveis eletromiográficas, assim como o protocolo experimental, sejam precisos, reprodutíveis e com poucos erros associados a sua medição. Assim, para garantir tais condições as variáveis devem ser submetidas à medidas de confiabilidade como o ICC, o EPM e o MDD e somente aquelas com valores ideais são consideradas como referência padrão.

Os testes de acurácia diagnóstica normalmente compreendem medidas de especificidade, sensibilidade, valor preditivo positivo (*positive predictive value* – VP+) e negativo (*negative predictive value* – VP-) e razão de verossimilhança positiva (*positive likelihood ratio* – LR+) e negativa (*negative likelihood ratio* – LR-). A sensibilidade diz respeito à capacidade de o teste

identificar um teste positivo quando a condição alvo está realmente presente, já a especificidade é a capacidade de o teste identificar um teste negativo quando a condição alvo está realmente ausente (17, 53, 65). O VP+ estima a probabilidade que uma pessoa com teste positivo tem de estar realmente doente e o VP- indica a probabilidade que uma pessoa com teste negativo tem de estar de fato livre da doença. O LR+ afirma quantas vezes é mais provável um teste positivo ser visto naquele que tem a desordem do que naqueles que não tem a desordem. Um alto LR+ indica que a desordem é provável de estar presente nos testes positivos. O LR- indica quantas vezes é mais provável um teste negativo ser visto naqueles com desordens que naqueles sem desordem. Um LR- baixo significa que a desordem tem uma pequena probabilidade de estar presente no teste negativo (17, 53).

Dessa forma, no presente estudo, após os resultados das medidas de confiabilidade e, conseqüentemente a confirmação de que as variáveis EMG são medidas precisas e reprodutíveis, utilizou-se tais variáveis para caracterização da SDFP. Os parâmetros EMG que foram capazes de diferenciar um grupo saudável de um grupo com SDFP foram utilizados como referência padrão e assim, posteriormente foram usados para o cálculo da acurácia diagnóstica do protocolo de avaliação clínica, proposto neste trabalho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento experimental

O presente estudo constitui análises baseadas em modelos experimentais, os quais serão fundamentados na metodologia exposta e discutida neste item. O fluxograma apresentado na Figura 1 representa, resumidamente, as etapas experimentais do protocolo elaborado para atendimento dos propósitos científicos do trabalho.

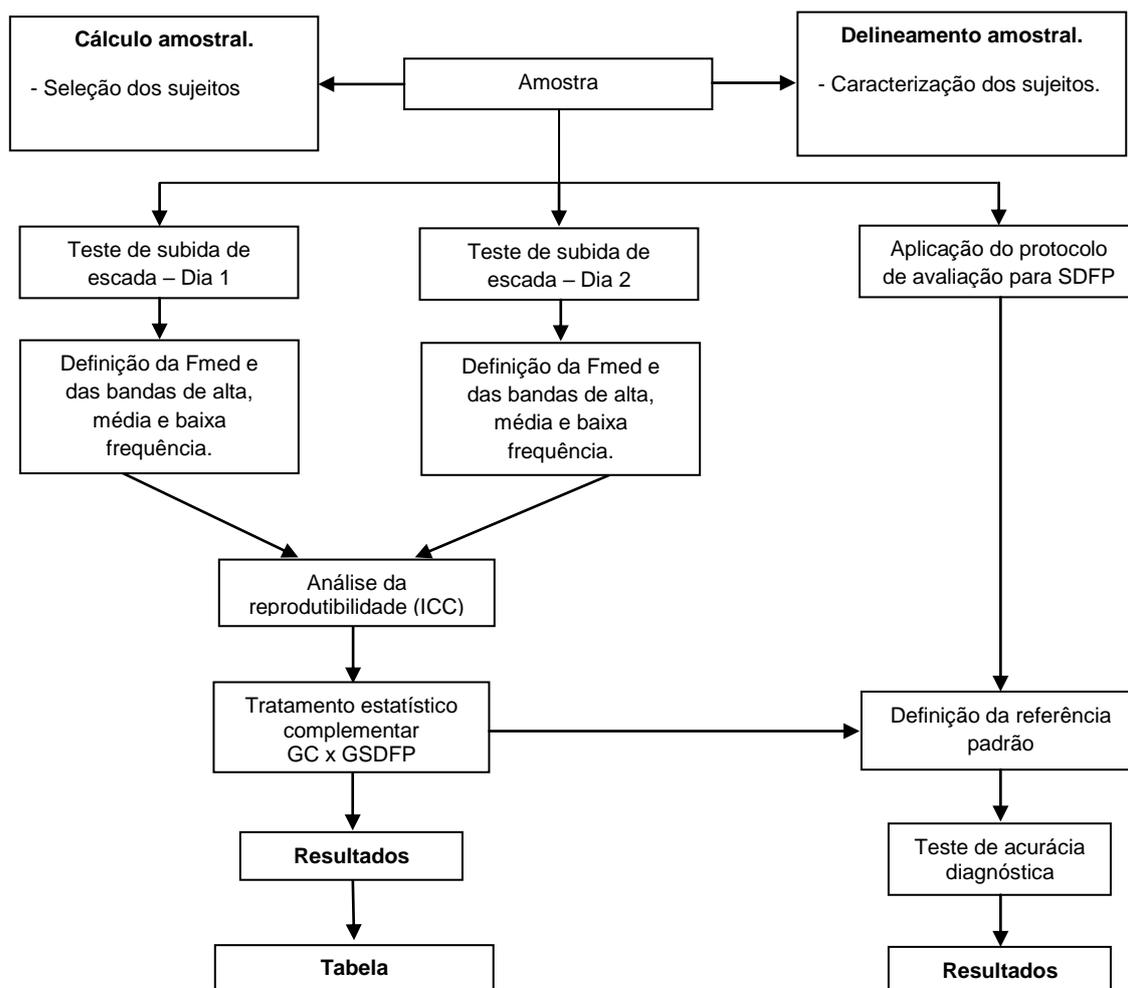


FIGURA 1: Fluxograma representando o delineamento experimental do estudo.

3.2 Escada de teste

Para a realização do estudo foi construída uma escada (Figura 2) que possibilitou a execução do gesto de subida o mais próximo possível do funcional do indivíduo, permitindo uma maior reprodutibilidade dos dados. A elaboração da escada atendeu às recomendações de Yu et al.(34), sendo assim a escada de teste foi confeccionada em base de madeira, com sete degraus de 18cm de altura, 28cm de profundidade e com largura de 1m, com um corrimão para propiciar segurança aos voluntários; a plataforma de força foi alocada no quarto degrau. Antes do primeiro degrau e após o último, existe uma plataforma de 2m para que os voluntários iniciem e terminem o movimento com uma breve caminhada. Estas dimensões obedecem às normas propostas pela NBR 9077/1993 para a construção de escadas.



Figura 2: Escada utilizada para a realização do gesto de estudo

3.3 Sujeitos

O grupo amostral foi constituído por 51 indivíduos do sexo feminino. As voluntárias foram divididas em dois grupos, o grupo controle (GC) e o grupo portador da SDFP (GSDFP). O GC constituiu-se de 29 indivíduos saudáveis, com idade média de $20,42 \pm 2,33$ anos, peso médio de $57,94 \pm 8,51$ e altura média de $1,64 \pm 0,05$. O GSDFP foi constituído de 22 mulheres portadoras da SDFP, com idade média de $22,65 \pm 2,08$, peso médio de $61,79 \pm 10,65$ e altura média de $1,64 \pm 0,06$. Para a admissão dos sujeitos foram considerados os seguintes critérios:

- *Critérios de inclusão do grupo SDFP*: no mínimo três das condições clínicas a seguir (66):
 - presença de sintomas por, no mínimo, um mês e de início insidioso sem relação com acidente traumático;
 - dor anterior ou retropatelar no joelho em no mínimo três das seguintes atividades: sentar por tempo prolongado, subir ou descer escadas, ajoelhar, correr e agachar;
 - dor durante a descida de um degrau de 25cm de altura e durante agachamento bipodal com os dois joelhos fletidos a 90° , ambos realizados durante 30 segundos;
 - intensidade de dor de no mínimo 2cm (0 – 10cm) na Escala Visual Analógica (EVA) na última semana;
 - pelo menos três dos sinais e sintomas clínicos a seguir: teste de compressão da articulação femoropatelar positivo; crepitação patelar; aumento do ângulo Q superior a 18° (67); pronação subtalar excessiva;

patela alta; teste de Ober ou Noble positivo; dor à palpação das bordas patelares; torção tibial externa; sinal da Baioneta positivo, mau alinhamento patelar;

- *Critérios de exclusão (ambos os grupos):* não poderão incluir o grupo amostral indivíduos com sinal ou sintoma de qualquer outra patologia no joelho para o grupo SDFP e nenhuma patologia para o grupo controle, história recente (dentro de três meses) de cirurgia nessa articulação, história de subluxação patelar ou uma evidência clínica de lesão meniscal, instabilidade ligamentar, osteoartrose, patologia no tendão patelar, ou dor referida vinda da espinha; presença de doença neurológica; presença de processo inflamatório ou sintomas de sobrecarga; fisioterapia prévia (pelo menos 6 meses).

Para garantir a condição de normalidade do grupo controle foi aplicado um protocolo de avaliação clínica pela fisioterapeuta responsável pela pesquisa (anexo 1). Além dos critérios de inclusão específicos para a SDFP, também foi aplicado por três fisioterapeutas um protocolo de avaliação clínica, baseado nos critérios de inclusão de acordo com uma revisão de literatura. Este protocolo era pontuado, e indivíduos que exibissem uma pontuação ≥ 4 eram considerados positivos para SDFP enquanto que sujeitos que apresentassem pontuação < 4 eram considerados saudáveis (anexo 2). Para o indivíduo ser classificado como portador da SDFP e conseqüentemente participar da pesquisa, o sujeito deveria apresentar diagnóstico positivo para a SDFP por pelo menos dois fisioterapeutas. Posteriormente, este protocolo foi submetido ao teste de acurácia diagnóstica. Antes de qualquer procedimento experimental com os sujeitos, estes foram informados a respeito da natureza da pesquisa e

assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 3). O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente (anexo 4).

3.4 Instrumentação

Para a aquisição do sinal EMG foram utilizados 2 pares de eletrodos de superfície, modelo Meditrace® da marca 3M®, com superfícies de captação de Ag/AgCl com 10mm de diâmetro. Os eletrodos foram posicionados paralelamente, separados entre si por 20mm. No cabo do eletrodo estava presente um circuito pré-amplificador com ganho de 20 vezes, CMRR (*Common Mode Rejection Ratio*) maior que 80 dB e impedância de 1012 Ω .

A plataforma de força, utilizada para determinação do momento em que o sujeito tocava no quarto degrau, era da marca Bertec® e foi acoplada ao quarto degrau da escada de teste de maneira não visível aos voluntários.

Os sinais foram sincronizados e captados em um módulo condicionador de sinais da marca LYNX®, modelo ADS 1000 - AC1160. Neste módulo dois canais para a aquisição de sinais EMG foram configurados com um filtro digital, passa-baixa com frequência de corte de 500Hz e um passa-alta com frequência de corte de 20Hz. Também, foram configurados três canais para aquisição dos dados referentes as componentes vertical e lateral da FRS e do torque da componente vertical. Todos os canais apresentaram ganho final de 1000 e frequência de amostragem de 4000Hz.

A aquisição e o armazenamento dos sinais em arquivos de dados foram feitos através do software Bioinspector 1.8, também da LYNX®.

3.4.1 Fixação dos eletrodos

Antes da execução dos testes, os eletrodos para captação do sinal EMG foram fixados sobre as porções do VL e VM do músculo quadríceps femoral, a partir da localização do ponto motor na região do ventre da porção muscular. Este procedimento foi realizado utilizando um aparelho de eletroestimulação da marca Quark®, modelo *NeMESys 941* e um eletrodo tipo “caneta” (Figura 3). Após a localização e marcação do ponto, foi realizada a tricotomia e a limpeza da região. Os eletrodos foram fixados a aproximadamente 2 cm do ponto motor na direção do ventre muscular (68).



Figura 3: Eletroestimulador utilizado para a localização do ponto motor

Neste estudo as coletas de dados foram realizadas em dois dias e para reduzir a variabilidade das medidas inerentes ao posicionamento dos eletrodos foi elaborado um sistema de gabarito referenciado por pontos anatômicos da patela e do quadril do sujeito. Os pontos motores eram identificados e posteriormente eram marcados em uma transparência sobreposta à coxa do voluntário (Figura 5), os pontos de referência para o posicionamento da transparência foram uma linha traçada entre o centro da patela e a espinha ilíaca antero-superior e a borda superior da patela (Figura 4).



Figura 4: Pontos de referência para o posicionamento da transparência



Figura 5: Pontos de referência e a marcação destes na transparência

No retorno do sujeito para uma nova seção de teste, bastou alinhar o gabarito com a marcação da borda superior da patela e com o traço entre a espinha íliaca antero-superior e o centro da patela. Após o correto alinhamento do gabarito a marcação dos pontos motores era realizada e, posteriormente, era preparada a pele do sujeito e os eletrodos eram fixados.

3.5 Procedimento experimental

Antes da coleta de dados propriamente dita, o ambiente e os voluntários foram preparados. O ambiente foi controlado em relação à temperatura, iluminação e organização dos instrumentos de medida. A voluntária era incentivada a vestir uma bermuda de ginástica para proporcionar a localização dos pontos motores, a fixação dos eletrodos na região definida e, posteriormente, a marcação dos pontos motores e dos pontos de referência na

transparência. Posteriormente o sujeito era orientado a treinar a atividade de subir a escada para familiarização do procedimento. Estando o sujeito seguro para começar, era dado início às coletas de dados.

A voluntária executava uma pequena caminhada até chegar à escada e, a partir daí, de maneira contínua, subia os degraus, com alternância dos membros inferiores, velocidade e ritmo autocontrolados, de maneira a assemelhar-se ao máximo à atividade habitual do sujeito. Ao final do último degrau continuava o movimento com uma pequena caminhada, num patamar que constituiu o último degrau. O movimento de subida foi repetido 10 vezes.

Após a primeira coleta de dados o sujeito retornava ao laboratório, em um período máximo de uma semana e mínimo de 48 horas, para a repetição do teste descrito acima. No total foram realizadas 102 coletas.

3.6 Processamento dos sinais EMG

Os sinais EMG foram processados por meio de um algoritmo desenvolvido em ambiente MatLab®. A sequência deste algoritmo é apresentada abaixo:

Etapa 1 - Entrada dos dados.

Etapa 2 - Filtragem dos sinais EMG.

Etapa 3 - Seleção do trecho do sinal que será processado.

Etapa 4 - Cálculo do espectro de potência das séries selecionadas, através da Transformada discreta de Fourier (TDF) e obtenção da Fmed.

Etapa 5 – Separação das bandas de frequência e suas respectivas potências.

Etapa 6 – Tabulação dos dados.

Etapa 1: Carregou-se no algoritmo um arquivo que representava um teste de subida de escada.

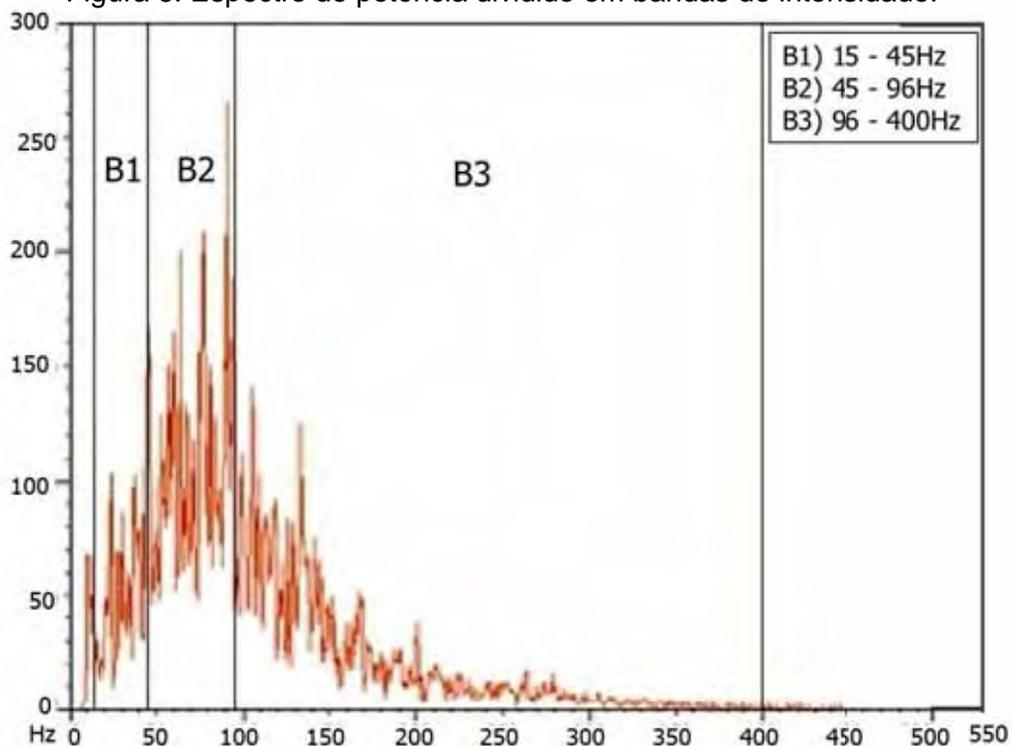
Etapa 2: Na primeira fase de processamento através do algoritmo, aplicou-se ao sinal EMG bruto, um filtro digital passa-banda tipo *Butterworth* de 4ª ordem e frequência de corte entre 20 e 500Hz. Fez-se necessário o uso de um filtro nesta etapa, principalmente para se retirar do sinal bruto componentes abaixo de 20Hz, que caracterizam artefatos de movimento entre o músculo e a pele.

Etapa 3: Nesse módulo foram selecionadas as séries temporais que foram aplicadas a TDF para o cálculo do espectro de potência.

Etapa 4: Os sinais contidos nas janelas selecionadas anteriormente, foram processados através da função PSD do software MatLab® para a obtenção do espectro de potência. Nesta função, o periodograma se constituiu de uma amostragem de 512 dados sequenciais, com sobreposição de metade deste valor. A partir do espectro de potência, foi calculada a frequência mediana, considerada como a frequência que divide o espectro de potência do sinal em duas áreas iguais.

Etapa 5: O espectro de potência calculado foi normalizado através de sua função de distribuição espectral (SDF). O espectro normalizado foi dividido em 3 faixas denominadas de baixa, média e alta frequência. As bandas de corte foram de 15 a 45Hz, 45 a 96Hz e de 96 a 400Hz respectivamente.

Figura 6. Espectro de potência dividido em bandas de intensidade.



Etapa 6: Os dados foram tabulados para posterior análise estatística.

3.7 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) para Windows (versão 18.0). Realizou-se a análise estatística descritiva, média e desvio padrão, para as variáveis Fmed, banda de baixa frequência, de média frequência e de alta frequência dos músculos VM e VL. Além disso, foi proposto avaliar a confiabilidade dos dados por meio de três índices de confiabilidade, o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) com um intervalo de confiança de 95% (IC – 95%) para expressar a reprodutibilidade relativa da medida, o erro padrão da medida (EPM) para expressar a reprodutibilidade absoluta da medida e a mínima

diferença detectável (MDD) necessária para que a medida seja considerada real.

No presente estudo foi utilizado o $ICC_{2,k}$ (modelo *two way random* com concordância absoluta) (53, 54, 57, 60). Os valores considerados para descrever o grau de reprodutibilidade foram os mesmos utilizados nos estudos de Mathur 2005 e Kellis 2008 (58, 60), onde: 0,00 a 0,25 – indicam pequena reprodutibilidade, 0,26 a 0,49 – pobre reprodutibilidade, 0,50 a 0,69 – indicam moderada reprodutibilidade, 0,70 a 0,89 – indicam alta reprodutibilidade e 0,90 a 1,00 – indicam reprodutibilidade muito alta.

O EPM foi calculado por meio da raiz quadrada da variância do erro, possuindo assim a mesma unidade de medida da variável testada. Valores baixos de EPM refletem uma maior confiabilidade das medidas, pois indicam sua precisão (30). O EPM normalizado foi calculado pela divisão do EPM absoluto pela média, entre os dois dias para os parâmetros avaliados, e multiplicados por 100 para obter a porcentagem da média (54, 60).

A MDD indica a mínima diferença que deve ser observada em um reteste, com 95% de precisão, para que essa diferença seja considerada verdadeira. A MDD é expressa como uma porcentagem da média geral do parâmetro avaliado ($MDD = EPM \times 1,96 \times \sqrt{2}$) (54).

O Teste t para amostras independentes foi utilizado para a comparação das variáveis entre os grupos, juntamente com a análise do Teste de Levene's, para ambos os testes considerou-se $p < 0.05$. Os dados submetidos a tais análises foram as médias do primeiro dia de coleta e as do segundo dia foram consideradas para o cálculo da reprodutibilidade.

3.7.1 Teste de acurácia diagnóstica

Para cumprir com o objetivo secundário de testar a acurácia diagnóstica do protocolo de avaliação para identificação da SDFP (anexo 2), foi necessária a aplicação de testes diagnósticos, tais como o de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (*positive predictive value* – VP+) e negativo (*negative predictive value* – VP-) e razão de verossimilhança positiva (*positive likelihood ratio* – LR+) e negativa (*negative likelihood ratio* – LR-) (53, 63).

O teste de sensibilidade (S) consistiu em dividir os verdadeiros positivos (a) pela soma dos verdadeiros positivos (a) com os falsos negativos (c).

$$S = a/(a+c) \quad (1)$$

Para o cálculo da especificidade (E) foi necessário dividir os verdadeiros negativos (d) pela soma dos falsos positivos (b) com os verdadeiros negativos (d) (53).

$$E = d/(b+d) \quad (2)$$

O cálculo do PV+ foi realizado pela divisão dos verdadeiros positivos (a) pela soma dos verdadeiros positivos (a) com os falsos positivos (b). Já o cálculo o PV- foi pela divisão dos verdadeiros negativos (d) pela soma dos falsos negativos (c) com os verdadeiros negativos (d) (53).

$$PV+ = a/(a+b) \quad (3)$$

$$PV- = d/(c+d) \quad (4)$$

A LR+ foi calculada a partir da divisão da sensibilidade por 1-especificidade. E a LR- pela divisão de 1-sensibilidade pela especificidade (53).

$$LR+ = S/1-E \quad (5)$$

$$LR- = 1-S/E \quad (6)$$

Neste estudo considerou-se um LR+ e LR- importante quando resultar em valores superiores a 5.0 para LR+ e inferiores a 0.2 para LR-, de acordo com Cook 2012 (17) e Portney, 2009 (53).

Para a classificação verdadeiro positivo e negativo e falso positivo e negativo utilizou-se como padrão de referência a variável eletromiográfica que apresentou diferença estatística significativa no Teste t e no Teste de Levene's. Posteriormente definiu-se uma faixa de normalidade a partir do intervalo de confiança de 95% do grupo controle. Assim, com os valores inferiores e superiores deste intervalo caracterizou-se a condição de normalidade e os dados que não se encontravam neste intervalo eram considerados como portadores da SDFP. Após identificar se os sujeitos eram portadores da SDFP ou saudáveis, pela variável EMG, cruzaram-se as informações com o protocolo de avaliação e só então eram feitos os testes de sensibilidade, especificidade, PV+ e PV- e LR+ e LR-.

4. RESULTADOS

Nas tabelas 1 e 2 encontram-se os resultados referentes aos músculos VL e VM respectivamente, onde se apresentam os dados resultantes da análise estatística descritiva, do grupo controle (GC) e do grupo com SDFP (GSDFP), expressada pelas médias e seus respectivos desvios padrão da Fmed (Hz) e da intensidade das bandas de baixa (15 – 45Hz), média (45 – 96Hz) e alta frequência (96 – 400Hz) em dias diferentes. Analisaram-se, também índices de confiabilidade de medidas representadas pelo ICC, pelo EPM e pelo MDD das mesmas variáveis para os dois grupos. Ainda, nas tabelas encontram-se os dados que apresentaram diferença estatisticamente significativa no Teste de Levene's e no Teste t para amostras independentes.

Na tabela 1 observa-se que as variáveis Fmed, banda de baixa e média frequência, do músculo VL, apresentaram valores de ICC superiores à 0,73, caracterizando uma alta reprodutibilidade, tanto para o grupo controle quanto para o grupo com SDFP. O EPM e o MDD destas mesmas variáveis para os dois grupos apresentaram-se baixos, corroborando com o ICC alto. Em relação à banda de alta frequência observou-se um ICC elevado para os dois grupos, sendo que o grupo controle apresentou uma reprodutibilidade muito alta e o grupo com SDFP uma reprodutibilidade alta. Ambos os grupos apresentaram EPM baixos, assim como o MDD (tabela1).

O resultado do Teste t demonstrou diferença significativa ($p < 0,05$) ao comparar as bandas de média frequência entre os dois grupos para o músculo VL. Para a banda de média frequência o valor de F do Teste de Levene's apresentou um $p < 0,05$, revelando que a homogeneidade das variâncias foi

violada, ou seja, as variâncias entre os grupos são diferentes para o músculo VL (Tabela 1). As demais variáveis não apresentaram diferença significativa para ambos os testes ($p > 0,05$).

Tabela 1. Índice de confiabilidade dos valores de Fmed (Hz) e da intensidade normalizada do sinal do músculo VL das bandas de baixa (B1), média (B2) e alta frequência (B3) do grupo controle (GC) e do grupo SDFP (GSDFP)

	VL	
	GSDFP	GC
Fmed (Hz)		
Dia 1 (M±DP)	56,77 ± 12,95	53,77±11,87
Dia2 (M±DP)	56,12 ± 10,51	55,57±12,43
ICC (IC – 95%)	0,89 (0,74 - 0,95)	0,85 (0,68 - 0,93)
EPM (%)	5,25 (9,30%)	6,16 (11,26%)
MDD (%)	0,14	0,17
B1 (un)		
Dia 1 (M±DP)	48,18 ± 11,18	54,96±12,98
Dia2 (M±DP)	49,25 ± 11,42	52,68±12,64
ICC (IC – 95%)	0,73 (0,34 - 0,88)	0,84 (0,67 - 0,92)
EPM (%)	7,43 (15,25%)	6,58 (12,22%)
MDD (%)	0,20	0,18
B2 (un)		
Dia 1 (M±DP)	31,90 ± 7,28* [†]	25,88±4,93* [†]
Dia2 (M±DP)	31,40 ± 7,99	26,29±4,75
ICC (IC – 95%)	0,85 (0,65 - 0,94)	0,80 (0,57 - 0,90)
EPM (%)	3,87 (12,22%)	2,81 (10,77%)
MDD (%)	0,10	0,07
B3 (un)		
Dia 1 (M±DP)	1,81 ± 1,34	1,86 ± 1,14
Dia2 (M±DP)	1,81 ± 1,07	2,06 ± 1,16
ICC (IC – 95%)	0,88 (0,73 - 0,95)	0,91 (0,81 - 0,95)
EPM (%)	0,54 (29,83%)	0,45 (22,95%)
MDD (%)	0,01	0,01

* $p < 0,05$ para o Teste t; [†] $p < 0,05$ para o Teste de Levene's

Na tabela 2 estão representados os resultados referentes ao músculo VM. Observa-se, que as variáveis Fmed e banda de baixa frequência apresentaram um ICC superior a 0,82, indicando uma reprodutibilidade alta. O EPM e o MDD destas mesmas variáveis apresentam valores baixos. Para a banda de média frequência verifica-se uma reprodutibilidade muito alta (ICC = 0,90) para o grupo com SDFP e uma reprodutibilidade alta (ICC = 0,81) para o grupo controle. Assim como para as outras variáveis citadas acima, o EPM e o MDD apresentaram valores muito baixos.

Em relação à banda de alta frequência, para o músculo VM, o grupo controle apresentou uma reprodutibilidade muito alta entre os dois dias de testes com um EPM e MDD baixos. Diferentemente disto, o grupo com SDFP apresentou uma reprodutibilidade moderada (ICC = 0,63) com um MDD baixo e com um EPM relativamente alto (47,30%), o que vai ao encontro de um ICC moderado.

Na comparação entre grupos, por meio do Teste t, observou-se diferença estatística significativa das variáveis, banda de baixa frequência e banda de média frequência, para o músculo VM. No teste de Levene's o valor de F para a banda de baixa frequência não apresentou diferença estatística significativa ($p > 0,05$), ou seja, a homogeneidade das variâncias foi preservada. Entretanto, para a banda de média frequência o valor de p foi menor que 0,05, igualmente à banda de média frequência do músculo VL, ou seja, as variâncias apresentaram diferença estatística significativa entre os grupos. Tal condição permitiu a seleção da banda de média frequência para a realização do teste de sensibilidade e especificidade, abordado no item 4.1 de maneira mais

detalhada. As variáveis Fmed e banda de alta frequência não apresentaram diferença significativa na comparação entre grupos ($p>0,05$).

Tabela 2. Índice de confiabilidade dos valores de Fmed (Hz) e da intensidade normalizada do sinal do músculo VM das bandas de baixa (B1), média (B2) e alta frequência (B3) do grupo controle (GC) e do grupo SDFP (GSDFP)

	VM	
	SDFP	GC
Fmed (Hz)		
Dia 1 (M±DP)	57,44 ± 12,42	52,71±8,0
Dia2 (M±DP)	55,89 ± 8,14	51,37±7,44
ICC (IC – 95%)	0,82 (0,57 - 0,92)	0,83 (0,65 - 0,92)
EPM (%)	5,8 (10,23%)	4,05 (7,78%)
MDD (%)	0,16	0,11
B1 (un)		
Dia 1 (M±DP)	47,84 ± 12,13*	55,68±10,56*
Dia2 (M±DP)	49,89 ± 11,47	56,0±8,52
ICC (IC – 95%)	0,85 (0,66 - 0,94)	0,87 (0,74 - 0,94)
EPM (%)	5,83 (11,93%)	4,53 (8,11%)
MDD (%)	0,16	0,12
B2 (un)		
Dia 1 (M±DP)	32,90 ± 8,42*†	28,21±5,0*†
Dia2 (M±DP)	32,84 ± 8,03	27,74±4,67
ICC (IC – 95%)	0,90 (0,76 - 0,96)	0,81 (0,61 - 0,91)
EPM (%)	3,52 (10,70%)	2,71 (9,68%)
MDD (%)	0,09	0,07
B3 (un)		
Dia 1 (M±DP)	1,76 ± 1,26	1,47±0,78
Dia2 (M±DP)	1,59 ± 0,87	1,43±0,61
ICC (IC – 95%)	0,63 (0,12 - 0,85)	0,91 (0,81 - 0,96)
EPM (%)	0,79 (47,30%)	0,28 (19,31%)
MDD (%)	0,02	0,007

* $p<0,05$ para o Teste t; † $p<0,05$ para o Teste de Levene's

4.1 Teste diagnóstico

Para o teste de acurácia diagnóstica do protocolo de avaliação da SDFP utilizou-se como referência padrão a banda de média frequência, pois esta apresentou diferença significativa na comparação entre grupos, tanto para o músculo VM quanto para o VL (Tabela 1 e 2). Além disso, esta variável apresentou um $p < 0,05$ no teste de Levene's revelando que as variâncias dos grupos não são homogêneas. Só assim, foi possível diferenciar um grupo do outro, em que os dados do grupo SDFP apresentaram-se mais dispersos (variância = 71,04 para o VM e 53,11 para o VL) que os do grupo controle (variância = 26,14 para o VM e 23,05 para o VL).

Após a análise das variâncias, observou-se que os dados do grupo controle apresentavam uma concentração característica, em torno dos limites do intervalo de confiança de 95%. Logo, adotou-se como indicador de SDFP ou não SDFP este intervalo de confiança. Para o músculo VM o intervalo de 95% de confiança foi de 26,72 a 31,26 e para o músculo VL considerou-se um intervalo entre 24,75 a 29,01. Assim, os indivíduos que apresentavam valores dentro destes limites eram considerados normais e os que se localizavam fora destes limites eram considerados como portadores da SDFP. A partir desta análise foi possível classificar os verdadeiros positivos, verdadeiros negativos, falsos positivos e falsos negativos para o teste de acurácia diagnóstica (quadro 1).

		Referência padrão	
		SDFP	Saudáveis
Protocolo de avaliação	SDFP	A Verdadeiros positivos 19	B Falsos positivos 3
	Saudável	C Falsos negativos 8	D Verdadeiros negativos 21

Quadro1. Classificação e quantificação dos sujeitos a partir da referência padrão com o resultado do protocolo de avaliação.

Por fim, após o cálculo da especificidade, sensibilidade, valor preditivo positivo e negativo e razão de verossimilhança positiva e negativa observaram-se os resultados descritos na tabela 3.

Tabela 3. Resultado do teste de acurácia diagnóstica do protocolo de avaliação para identificação da SDFP

Testes de acurácia	Resultados
Sensibilidade (S)	70%
Especificidade (E)	87%
Valor preditivo positivo (PV+)	86%
Valor preditivo negativo (PV-)	72%
Razão de verossimilhança positiva (LR+)	5.38
Razão de verossimilhança negativa (LR-)	0.34

5. DISCUSSÃO

5.1. *Confiabilidade das medidas*

Observou-se, a partir de uma análise global dos resultados deste estudo, que os ICCs apresentaram valores altos de reprodutibilidade ($ICC \geq 0,80$). Além disso, o EPM e o MDD apresentaram valores baixos, indicando uma reprodutibilidade absoluta boa com alta precisão e sensibilidade na detecção de diferenças entre o teste e o reteste. Baseado nestes resultados nota-se que os parâmetros do domínio da frequência são reprodutíveis para os músculos VM e VL durante a atividade de subida de escada, tanto para o grupo controle quanto para o grupo com SDFP.

Segundo a literatura, atividades dinâmicas tendem a apresentar uma movimentação dos eletrodos durante sua realização prejudicando a fidedignidade de seus resultados. No entanto, os resultados observados revelaram que a reprodutibilidade dos parâmetros analisados não sofreram prejuízos maiores pela atividade desempenhada.

Outro fator, citado nos artigos como determinante para um ICC baixo é o reposicionamento dos eletrodos, já que em uma análise de teste e reteste são realizados experimentos em diferentes dias, assim, ao recolocar os eletrodos, estes podem estar em posições diferentes em relação ao primeiro dia de teste (69). Muitos estudos utilizam canetas dermográficas ou de retroprojeter para marcar os pontos de colocação de eletrodos (58, 61), mas estas marcações podem ser desfeitas pelos sujeitos prejudicando a colocação do eletrodo em

sua posição inicial. Na presente pesquisa, utilizou-se um sistema de gabarito, que se mostrou eficiente no reposicionamento do eletrodo.

Percebe-se que é um conjunto de fatores que influenciam diretamente os valores de reprodutibilidade, não se sabe quais deles são mais decisivos para um resultado significativo, mas pode-se inferir que um protocolo experimental com suas variáveis devidamente controladas é um fator fundamental para uma ótima reprodutibilidade.

Em relação à divisão do espectro de frequência em bandas, pode-se observar que as bandas de baixa e média frequência do músculo VL apresentaram uma alta reprodutibilidade com EPM e MDD baixos para os dois grupos e a banda de alta frequência apresentou uma alta reprodutibilidade para o grupo com SDFP e uma reprodutibilidade muito alta para o grupo controle, também com EPM e MDD baixos. Dessa forma, percebe-se que a divisão em bandas para a análise do espectro de frequência do músculo VL mostrou-se uma técnica confiável e precisa.

A reprodutibilidade do músculo VM para a banda de baixa frequência apresentou uma alta reprodutibilidade para ambos os grupos; para a banda de média frequência a reprodutibilidade foi alta para o grupo controle e muito alta para o grupo com SDFP, com EPM e MDD baixos para as duas bandas de frequência. Já a banda de alta frequência apresentou uma reprodutibilidade moderada ($ICC=0,63$) para o grupo SDFP, com um EPM relativamente alto (47,30% da média) quando comparado com outras variáveis, já para o grupo controle esta mesma variável apresentou uma reprodutibilidade muito alta ($ICC=0,90$) com EPM mais baixo, 19,31% da média. Esta variação da reprodutibilidade e do erro associado à medida da banda de alta frequência

pode estar relacionada com a pouca quantidade de sinal encontrada nesta banda e a possibilidade da presença de ruídos no sinal, uma vez que sinais biológicos normalmente se encontram em bandas menores. Outra possibilidade pode ser que a reprodutibilidade moderada e o EPM alto do grupo com SDFP seja uma condição destes indivíduos, já que o grupo controle apresentou uma reprodutibilidade muito alta.

Os valores de ICC para a Fmed apresentaram valores altos de reprodutibilidade relativa para os músculos VM e VL e valores baixos de EPM e MDD, revelando que as diferenças entre o teste e o reteste foram pequenas para ambos os grupos. Apesar de serem poucos os relatos na literatura sobre a reprodutibilidade absoluta e relativa da Fmed em atividades dinâmicas, Smoliga e colaboradores (2010) pesquisaram a reprodutibilidade da Fmed e outros parâmetros de treze músculos, dentre eles o VL, e verificou que este músculo foi o que apresentou menor reprodutibilidade e precisão. Tal resultado difere do nosso estudo, e pode ter a causa relacionada com a movimentação do eletrodo durante a realização da tarefa de corrida (57). Cabe ressaltar, que durante a realização da tarefa de subir escada os cabos e eletrodos foram fixados com esparadrapos, justamente para evitar artefatos de movimentação.

A reprodutibilidade dos parâmetros analisados durante a subida de escada, também, foram pouco explorados na literatura, sendo que a maioria dos estudos desta natureza se dá em atividade de contração voluntária isométrica (60, 69-71). No entanto, recentemente Bolgla et al (2010), avaliaram parâmetros do domínio do tempo dos músculos glúteo médio, VM e VL em sujeitos com SDFP durante a descida de escada e verificaram altos valores de ICC e baixos valores de EPM para ambos os músculos. Apesar de os valores

de ICC serem altos para a pesquisa de Bolgia, igualmente ao presente estudo, torna-se inviável uma comparação entre os resultados, pois algumas características, como a metodologia para cálculo do ICC, os parâmetros analisados e a quantidade de degraus diferem um do outro.

Dessa forma, percebe-se que este estudo é um dos pioneiros na avaliação da reprodutibilidade de parâmetros EMG no domínio da frequência na atividade dinâmica de subir escada, principalmente no que refere a uma análise global e específica do espectro de potência do sinal EMG. Além disso, por meio deste estudo, obtivemos resultados que permitem uma caracterização de parâmetros biomecânicos em indivíduos saudáveis, pois o ICC alto tanto da Fmed quanto das bandas de frequência apresentaram poucas variações de suas medidas. As condutas realizadas durante o processo experimental para o grupo controle, também, foram aplicadas ao grupo com SDFP e este, da mesma forma, apresentou de forma global uma alta reprodutibilidade e precisão de suas medidas. Por conseguinte, a caracterização do grupo com SDFP, por meio das variáveis eletromiográficas no domínio da frequência, foi possível e o objetivo da pesquisa alcançado.

Portanto, esta análise forneceu dados importantes referentes à reprodutibilidade de parâmetros do domínio da frequência do sinal eletromiográfico durante uma atividade funcional de subir escadas. A partir disso, sabe-se que este método de estudo apresenta ótima confiabilidade e por isso pode ser utilizada em outros estudos, com populações variadas.

5.2. GC versus GSDFP

Sabendo-se que as medidas do grupo controle apresentaram uma alta reprodutibilidade ($ICC \geq 0,80$) e precisão, podem-se adotar os valores de intensidade de sinal como um padrão de normalidade. Da mesma maneira, os índices de confiabilidade das variáveis mensuradas do grupo com SDFP também apresentaram, de forma global, uma alta reprodutibilidade. Assim, após adotarmos estes padrões, de normalidade e de condição patológica, foi possível comparar os dados dos sujeitos dos dois grupos e observar se existem semelhanças ou diferenças entre eles.

Na comparação entre os grupos, pode-se perceber que a variável Fmed não apresentou diferença estatística significativa entre os grupos para os dois músculos avaliados. Tal resultado pode estar associado à característica generalista desta variável, uma vez que ela fornece informações a respeito do comportamento global do espectro de frequência. No caso da SDFP, pode-se observar, a partir dos resultados, que a análise mais específica do espectro de frequência, por meio da divisão em bandas, foi mais eficaz na diferenciação dos grupos. Desta forma, a Fmed não se mostrou uma variável determinante para qualificar indivíduos patológicos ou saudáveis.

Em relação à divisão em bandas, os resultados revelaram que por meio desta técnica foi possível diferenciar um grupo do outro, pois uma das bandas apresentou valores discrepantes entre os grupos para ambos os músculos. A banda de média frequência exibiu valores médios superiores para o grupo SDFP em relação ao grupo controle tanto para o músculo VM quanto para o VL. Em contrapartida, as bandas de baixa e alta frequência não apresentaram diferença entre os grupos, igualmente à Fmed. Acredita-se que a banda de alta frequência não foi uma variável representativa, pois nesta banda verifica-se

uma pequena quantidade de sinal, além disso, o que é observado pode ser composto, também, por ruídos. Tal fato pode ser confirmado pela presença de um EPM um tanto elevado para esta variável, compreendendo valores entre 19,31% a 47,30% da média. Já, a banda de baixa frequência apresentou índices de confiabilidade altos e, portanto, a diferença não foi observada provavelmente por se tratar de uma característica inerente das populações estudadas.

Portanto, ao analisar os métodos de análise específica e global do espectro de frequência, nota-se que a técnica de divisão do espectro em bandas foi categórica na diferenciação dos grupos e conseqüentemente na caracterização dos mesmos.

5.3. Teste diagnóstico

A proposta de se elaborar um protocolo para identificação da SDFP partiu do princípio de que a utilização de testes clínicos aplicados de forma isolada apresentam valores muito baixos de acurácia diagnóstica. A associação de testes clínicos, como realizado no protocolo, mostrou ser um método mais eficiente, uma vez que os resultados deste estudo apresentaram valores satisfatórios para todos os testes de acurácia diagnóstica realizados. Além disso, considerando que a etiologia da SDFP permanece indefinida e que as causas possam ser multifatoriais, torna-se conveniente a utilização de um método de identificação da SDFP que compreenda várias dimensões. Dessa forma, aumentam as chances de classificar um sujeito com SDFP dentre outras patologias e mesmo dentro de um grupo saudável. Um único teste para

diagnosticar a SDFP consideraria apenas uma condição específica da patologia e assim não seria sensível e específico o suficiente.

Existem muitos testes físicos e funcionais utilizados para identificação de portadores da SDFP. Tais testes são comumente utilizados como critérios de inclusão de estudos da SDFP e, ainda como referência padrão, mas poucos relatam a acurácia diagnóstica dos mesmos. Neste contexto, alguns pesquisadores se dedicaram à investigação da acurácia diagnóstica dos testes para diagnóstico da SDFP, mas a maioria deles não apresentam os resultados de todos os testes de acurácia, assim a confiabilidade fica comprometida. Em um estudo, realizado por Nijs e colaboradores, testou-se a validade de cinco testes físicos para diagnóstico da SDFP em 45 pacientes, e concluíram que a validade dos testes de Waldron e Clarke são questionáveis, pois apresentaram valores de LR+ e LR- muito distantes do ideal para considerar um teste válido para diagnóstico, LR+ de 1.23 e LR- de 0.9 para o primeiro teste, e LR+ de 1.94 e LR- de 0.69 para o segundo teste. Nos demais testes como o de apreensão, de coordenação do vasto medial e *eccentric step*, houve um aumento dos valores em relação aos testes mencionados acima, mas ainda assim permaneceram baixos, LR+ de 2.26 e LR- de 0.7, LR+ de 2.26 e LR- 0.9 e LR+ de 2.34 e LR- de 0.71, respectivamente (64). Além dos resultados apresentarem valores baixos, sente-se a falta de outros testes de acurácia diagnóstica para complementar esta análise e assim, obter conclusões mais confiáveis.

Recentemente Cook e colaboradores (2010) investigaram a acurácia diagnóstica, por meio da análise da especificidade, sensibilidade, valor preditivo positivo e negativo e razão de verossimilhança positiva e negativa,

dos testes físicos e funcionais mais comuns para a SDFP. Os testes analisados foram compressão da patela contra o fêmur durante contração isométrica do quadríceps, palpação das bordas da patela, contração resistida do quadríceps, agachamento, subir escadas, ajoelhado e sentado por tempo prolongado. Quando analisados de forma isolada a maioria dos testes clínicos apresentaram valores baixos de acurácia diagnóstica. Observou-se, também, que os testes que demonstraram valores bons de sensibilidade, por exemplo, não apresentava valores ideais de outros parâmetros, como especificidade, LR+ e LR-. Contudo, ao propor uma associação dos testes clínicos observou-se uma melhora nos resultados. Ao agregar dor durante agachamento com dor a palpação e achados positivos na contração muscular resistida, os valores de especificidade foram de 85%, o LR+ de 4.0 e o LR- de 0.5 e o de sensibilidade de 60%; enquanto que na análise isolada do teste de dor à palpação, por exemplo, a sensibilidade foi de 47%, a especificidade de 68%, o LR+ de 1,5 e o LR- de 0,8.

Apesar de o artigo de Cook e colaboradores (2010) apresentarem valores de acurácia maiores quando os testes estavam associados, eles ainda não são considerados ideais de acordo com a classificação utilizada pelo mesmo autor em outro estudo (17). No entanto, tal observação foi relevante, pois ao analisar os resultados do presente estudo, também se observou valores interessantes de acurácia diagnóstica na associação de testes. Os resultados desta pesquisa apresentaram-se um tanto mais elevados que o do artigo citado, mas isto pode estar associado à quantidade de testes incluídos no protocolo de avaliação. Em fim, baseado nos achados comentados acima, acredita-se que a hipótese de que apenas um teste clínico para a identificação

ou diagnóstico da SDFP não seja o mais indicado, mas sim, uma combinação destes (63).

Cook e colaboradores (2012) (17) realizaram uma revisão sistemática sobre os melhores testes para diagnóstico da SDFP e a qualidade destes estudos. Em sua pesquisa foram relatados os testes de acurácia diagnóstica de 22 testes clínicos, destes apenas seis apresentaram resultados satisfatórios de LR+ ($LR+ \geq 5.0$) e três de LR- ($LR- \leq 0,2$). Entretanto, assumir que estes testes sejam apropriados para diagnosticar a SDFP requer cautela, uma vez que um mesmo teste avaliado por diferentes artigos apresentou valores muito discrepantes de acurácia diagnóstica. Somando-se a isto, dos nove artigos elegíveis para o estudo, apenas um obteve a pontuação exigida para ser considerado de qualidade. De acordo com os autores vieses como a falta de grupo controle para comparar com o grupo com SDFP, a incorporação de vieses incluídos nas referências padrão e a falta de cegamento podem ser os responsáveis por este desfecho. No presente estudo evitou-se a presença destes vieses e, portanto, acredita-se que os resultados obtidos sejam em decorrência disto.

Cabe ressaltar, também, que existe uma grande variedade de referências padrão que podem ser consideradas como uma fonte de viés e, possivelmente, levar a uma ampla diferença de valores de testes de acurácia diagnóstica dos estudos, tendendo ou não à conclusões superestimadas dos resultados (17). Destaca-se, ainda, que além da falta de uma padronização das referências padrão é necessário que elas sejam de qualidade. Percebe-se, uma carência na literatura de estudos que avaliem a confiabilidade destas

referências padrão. Logo, a partir desta lacuna metodológica, a presente pesquisa se propôs a avaliá-la para evitar problemas desta natureza.

Por fim, os resultados da acurácia diagnóstica do presente estudo apresentaram valores satisfatórios em comparação à outros estudos. Acredita-se que tal achado seja consequência da combinação de testes clínicos e funcionais e da utilização de uma referência padrão confiável. Dessa forma, esta pesquisa forneceu uma nova perspectiva tanto em relação à utilização de uma referência padrão, que expõe medidas de confiabilidade, quanto ao uso de uma ferramenta para identificação de portadores da SDFP.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise destes resultados forneceram informações relevantes para a continuidade deste estudo, uma vez que a investigação da acurácia diagnóstica do protocolo apresentado é ainda uma análise preliminar. Tal protocolo precisa passar por uma revisão da sua pontuação e dos testes clínicos e funcionais para melhorar ainda mais as características de sensibilidade e especificidade. Além disso, este mesmo delineamento experimental poderá ser aplicado à outras ferramentas biomecânicas, tais como variáveis fornecidas pela cinética, cinemática e, também pelas variáveis eletromiográficas do domínio do tempo. A partir da análise de confiabilidade destes parâmetros biomecânicos e, confirmada sua reprodutibilidade e precisão, poderão servir de referência padrão e assim complementar as análises de acurácia diagnóstica. Ainda, com a associação de vários parâmetros biomecânicos, será possível correlacionar os achados clínicos com os biomecânicos e, conseqüentemente, colaborar com o entendimento dos fatores etiológicos da SDFP.

7. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo revelaram uma alta reprodutibilidade e precisão dos parâmetros do domínio da frequência, Fmed e divisão em bandas do espectro de potência, do sinal eletromiográfico para os músculos VM e VL no gesto de subida de escada tanto para sujeitos saudáveis quanto para sujeitos portadores da SDFP. Após comparação entre grupos testados foi possível diferenciá-los a partir de um parâmetro eletromiográfico indicador da SDFP.

O teste de acurácia diagnóstica do protocolo de avaliação apresentou-se sensível, específico e com valores satisfatórios de LR+ e LR- e PV+ e PV-. Desta maneira, o protocolo submetido ao teste de acurácia diagnóstica foi capaz de identificar indivíduos portadores da SDFP, considerando como padrão de referência uma variável eletromiográfica.

8. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio concedido sob o processo nº 2011/04808-7.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonçalves RS, Pinheiro JP. Co-ativação dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho em condições isocinéticas. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2005;5(2):215-23.
2. Lin F, Wilson NA, Makhsous M, Press JM, Koh JL, Nuber GW, et al. In vivo patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain. *Journal of Biomechanics*. 2010;43(2):235-41.
3. Ng GYF, Zhang AQ, Li CK. Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol*. 2008;18(1):128-33.
4. Gouveia SJLF. Displasia troclear: uma nova classificação das patologias femoropatelaes. *Rev Bras Ortop*. 1992;27:190-6.
5. Coppack RJ, Etherington J, Wills AK. The Effects of Exercise for the Prevention of Overuse Anterior Knee Pain. *Am J Sports Med*. 2011 May 1, 2011;39(5):940-8.
6. Earl JE, Vetter CS. Patellofemoral Pain. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2007;18(3):439-58.
7. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A Prospective Investigation of Biomechanical Risk Factors for Patellofemoral Pain Syndrome. *Am J Sports Med*. 2009 November 1, 2009;37(11):2108-16.
8. Felicio LR, Baffa ADP, Liporacci RF, Saad MC, Oliveira ASD, Bevilaqua-Grossi D. Analysis of patellar stabilizers muscles and patellar kinematics in anterior knee pain subjects. *J Electromyogr Kinesiol*. 2011;21(1):148-53.
9. Wood L, Muller S, Peat G. The epidemiology of patellofemoral disorders in adulthood: a review of routine general practice morbidity recording. *Primary Health Care Research & Development*. 2011;12(02):157-64.
10. Utting MR, Davies G, Newman JH. Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? *Knee*. 2005;12(5):362-5.
11. Tang SFT, Chen C-K, Hsu R, Chou S-W, Hong W-H, Lew HL. Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: An electromyographic study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(10):1441-5.
12. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crossley K. Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res*. 2002;20(2):208-14.
13. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(2):183-9.
14. Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahan PJ, Lee TQ. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2002;1((402)):260-9.
15. Ribeiro DC, Loss JF, Cañeiro JPT, Lima CS, Martinez FG. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades. *Acta ortop bras*. 2005;13:189-93.
16. Harbaugh CM, Wilson NA, Sheehan FT. Correlating femoral shape with patellar kinematics in patients with patellofemoral pain. *J Orthop Res*. 2010;28(7):865-72.
17. Cook C, Mabry L, Reiman MP, Hegedus EJ. Best tests/clinical findings for screening and diagnosis of patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *Physiotherapy*. 2012;98(2):93-100.
18. Pulzatto F, Gramani-Say K, Siqueira ACBd, Santos GM, Bevilaqua-Grossi D, Oliveira ASD, et al. A influência da altura do step no exercício de subida posterior: estudo eletromiográfico

em indivíduos sadios e portadores da síndrome da dor femoropatelar. *Acta ortop bras.* 2005;13:168-70.

19. Ortiz A, Micheo W. Biomechanical evaluation of the athlete's knee: from basic science to clinical application. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2011;3:365-71.

20. Lee TQ, Morris G, Csintalan RP. The Influence of Tibial and Femoral Rotation on Patellofemoral Contact Area and Pressure. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2003;33(11):686-93.

21. Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW. Therapeutic Patellar Taping Changes the Timing of Vasti Muscle Activation in People With Patellofemoral Pain Syndrome. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2002;12:339-47.

22. Hanten WP, Schulthies SS. Exercise effect on electromyographic activity on the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles. *Phys Ther.* 1990;70(9): 561-5.

23. Zakaria D, Harburn KL, Kramer JF. Preferential activation of the vastus medialis oblique, vastus lateralis, and hip adductor muscles during isometric exercises in females. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;26(1):23-8.

24. Fonseca ST, Cruz ABC, Lima SS, Seixas AFAM. Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral em exercícios usados no tratamento da síndrome da dor patelofemoral. *Rev Fisioter Univ São Paulo.* 2001;8(1):1-10.

25. de C.N. Sacco I, Konno GK, Rojas GB, Arnone AC, de Campos Pássaro A, Marques AP, et al. Functional and EMG responses to a physical therapy treatment in patellofemoral syndrome patients. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006;16(2):167-74.

26. Ribeiro ACS, Grossi DB, Foerster B, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Avaliação eletromiográfica e ressonância magnética do joelho de indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14:221-8.

27. Bevilaqua GD, Pedro VM, Bérzin F. Análise funcional dos estabilizadores patelares. *Acta Orto Brasileira.* 2004;12:99-104.

28. Sacco ICN, Konno GK, Rojas GB, Arnone AC, de Campos Pássaro A, Marques AP, et al. Functional and EMG responses to a physical therapy treatment in patellofemoral syndrome patients. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2006;16(2):167-74.

29. Van Tiggelen D, Cowan S, Coorevits P, Duvigneaud N, Witvrouw E. Delayed Vastus Medialis Obliquus to Vastus Lateralis Onset Timing Contributes to the Development of Patellofemoral Pain in Previously Healthy Men. *Am J Sports Med.* 2009 June 1, 2009;37(6):1099-105.

30. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Reliability of electromyographic methods used for assessing hip and knee neuromuscular activity in females diagnosed with patellofemoral pain syndrome. *J Electromyogr Kinesiol.* [Article]. 2010 Feb;20(1):142-7.

31. Gramani-Say K, Pulzatto F, Santos G, Vassimon-Barroso V, Siriani dOA, Bevilaqua-Grossi D, et al. Efeito da rotação do quadril na síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10:75-81.

32. Serrão FV, Cabral CMN, Bérzin F, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis longus muscles during isometric leg press. *Phys Ther Sport.* 2005;6(1):15-23.

33. Crossley KM, Cowan SM, Bennell KL, McConnell J. Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain. *J Orthop Res.* 2004;22(2):267-74.

34. Yu B, Kienbacher T, Growney ES, Johnson ME, An K-N. Reproducibility of the kinematics and kinetics of the lower extremity during normal stair-climbing. *J Orthop Res.* 1997;15(3):348-52.

35. Amadio AC, Barbanti VJ. A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares. São Paulo 2000.

36. Farina D, Merletti R. Comparison of algorithms for estimation of EMG variables during voluntary isometric contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2000;10((5)):337-50.
37. DeLuca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech*. [Article]. 1997 May;13(2):135-63.
38. Mohamed O, Perry J, Hislop H. Relationship between wire EMG activity, muscle length and torque of the hamstrings. *Clinical Biomechanics*. 2002;17:569-79.
39. Bernardi M, Felici F, Marchetti M, Montellanico F, Piacentini MF, Solomonow M. Force generation performance and motor unit recruitment strategy in muscles of contralateral limbs. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1999;9((2)):121-30.
40. Bernardi M, Solomonow M, Nguyen G, Smith A, Baratta R. Motor unit recruitment strategy changes with skill acquisition. *Eur J Appl Physiol*. 1996;74(1):52-9.
41. Bevilaqua-Grossi D, Felicio L, Leocádio L. Análise do tempo de resposta reflexa dos músculos estabilizadores patelares em indivíduos com síndrome da dor patelofemural. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12:26-30.
42. Pal S, Draper CE, Fredericson M, Gold GE, Delp SL, Beaupre GS, et al. Patellar Maltracking Correlates With Vastus Medialis Activation Delay in Patellofemoral Pain Patients. *Am J Sports Med*. 2011 March 1, 2011;39(3):590-8.
43. Bevilaqua-Grossi D, Felicio LR, Leocádio LP. Análise do tempo de resposta reflexa dos músculos estabilizadores patelares em indivíduos com síndrome da dor patelofemural. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2008;12:26-30.
44. Wong Y-m. Recording the vastii muscle onset timing as a diagnostic parameter for patellofemoral pain syndrome: Fact or fad? *Phys Ther Sport*. 2009;10(2):71-4.
45. Yaar N, Niles L. Influence pattern power spectrum analysis in neuromuscular disorders. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*. 1989;460:473-84.
46. Broman H, Bilotto G, De Luca CJ. Myoelectric signal conduction velocity and spectral parameters: influence of force and time. *Journal of Applied Physiology*. 1985;58:1428-37.
47. Bernardi M, Solomonow M, Baratta RV. Motor unit recruitment strategy of antagonist pair during linearly increasing contraction. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*. 1997;37(3):3-12.
48. Moxham J, Edwards RH, Aubier M, De Troyer A, Farkas G, Macklem PT, et al. Changes in EMG power spectrum (high-to-low ratio) with force fatigue in humans. *J Appl Physiol*. 1982 Nov;53(5):1094-9.
49. Wakeling J, Pascual S, Nigg B, Tschanner V. Surface EMG shows distinct populations of muscle activity when measured during sustained sub-maximal exercise. *European Journal of Applied Physiology*. 2001;86(1):40-7.
50. Allison GT, Fujiwara T. The relationship between EMG median frequency and low frequency band amplitude changes at different levels of muscle capacity. *Clin Biomech*. 2002;17(6):464-9.
51. Dolan P, Mannion AF, Adams MA. Fatigue of the erector spinae muscles. A quantitative assessment using "frequency banding" of the surface electromyography signal. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995 Jan 15;20(2):149-59.
52. Cardozo AC, Gonçalves M. Reprodutibilidade e variabilidade de parâmetros de amplitude e frequência do sinal eletromiográfico dos músculos longuíssimo do tórax e multifido lombar durante contrações isométricas voluntárias máximas. *Motriz: Revista de Educação Física*. [Biomecânica; Eletromiografia; Coluna; Reprodutibilidade.]. 2008;14(4).
53. Portney LG, Watkins MP. *Foundations of clinical research: applications to practice*. 3ª ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall; 2009.
54. WEIR JP. Quantifying Test-Retest Reliability Using the Intraclass Correlation Coefficient and the Sem. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2005;19(1):231-40.
55. de Araújo RC, Tucci HT, de Andrade R, Martins J, Bevilaqua-Grossi D, de Oliveira AS. Reliability of electromyographic amplitude values of the upper limb muscles during closed

- kinetic chain exercises with stable and unstable surfaces. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(4):685-94.
56. Malone A, Meldrum D, Gleeson J, Bolger C. Reliability of surface electromyography timing parameters in gait in cervical spondylotic myelopathy. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(6):1004-10.
57. Smoliga JM, Myers JB, Redfern MS, Lephart SM. Reliability and precision of EMG in leg, torso, and arm muscles during running. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(1):e1-e9.
58. Kellis E, Katis A. Reliability of EMG power-spectrum and amplitude of the semitendinosus and biceps femoris muscles during ramp isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008;18(3):351-8.
59. Rainoldi A, Bullock-Saxton JE, Cavarretta F, Hogan N. Repeatability of maximal voluntary force and of surface EMG variables during voluntary isometric contraction of quadriceps muscles in healthy subjects. *J Electromyogr Kinesiol.* 2001;11(6):425-38.
60. Mathur S, Eng JJ, MacIntyre DL. Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15(1):102-10.
61. Laplaud D, Hug F, Grélot L. Reproducibility of eight lower limb muscles activity level in the course of an incremental pedaling exercise. *J Electromyogr Kinesiol.* 2006;16(2):158-66.
62. Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahan PJ, Lee TQ. Gender Differences in Patellofemoral Joint Biomechanics. *Clin Orthop Rel Res.* 2002;402:260-9.
63. Cook C, Hegedus E, Hawkins R, Scovell F, Wyland D. Diagnostic accuracy and association to disability of clinical test findings associated with patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy Canada.* 2010 Winter;62(1):17-24.
64. Nijs J, Van Geel C, Van der auwera C, Van de Velde B. Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. *Manual Therapy.* 2006;11(1):69-77.
65. Smith T, Davies L, Toms A, Hing C, Donell S. The reliability and validity of radiological assessment for patellar instability. A systematic review and meta-analysis. *Skeletal Radiology.* 2011;40(4):399-414.
66. Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(7):989-95.
67. Magee DJ. *Orthopedic physical assessment 3ed*2002.
68. De Luca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. / Utilisation de l' electromyographie de surface en biomecanique. *J Appl Biomech.* 1997 05;13(2):135-63.
69. Gruet M, Vallier JM, Mely L, Brisswalter J. Long term reliability of EMG measurements in adults with cystic fibrosis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20(2):305-12.
70. Rainoldi A, Galardi G, Maderna L, Comi G, Lo Conte L, Merletti R. Repeatability of surface EMG variables during voluntary isometric contractions of the biceps brachii muscle. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999;9(2):105-19.
71. Kollmitzer J, Ebenbichler GR, Kopf A. Reliability of surface electromyographic measurements. *Clin Neurophysiol.* 1999;110(4):725-34.

ANEXO 1: Protocolo de avaliação para o grupo saudável

IDENTIFICAÇÃO:

Nome: _____

Peso: _____ Kg Altura: _____ m Idade: _____ DN: _____

Endereço: _____

Nº _____

Bairro: _____ telefone: () _____

Atividade física: () de competição; () recreacional; () de fim de semana; () sedentário.

Profissão atual: _____

anterior: _____

Dominância: () direito () esquerdo

Diagnóstico médico: _____ () joelho direito () joelho esquerdo

Data da avaliação: ____/____/____

Examinador: _____

ANAMNESE:

Queixa

principal: _____

H.D.A./H.D.P.: _____

História de trauma ou lesão na articulação do joelho: () sim () não

Qual? _____

Faz uso de algum medicamento? () sim () não Qual? _____

Presença de dor no joelho ou em alguma parte do corpo?

() sim () não

local: _____

Presença de dor no joelho: () em repouso () em atividade

Presença de dor na articulação fêmoro-patelar no último mês? (Cowan et al. 2001)

() não () sim () difusa () localizada

Limitação da patologia: () não limitante () limitante Especificar: _____

Presença de dor em condições funcionais: (Cowan et al. 2002; Loudon et al. 2002)

() agachamento por tempo prolongado () subir ou descer escadas

() ajoelhar-se () correr

() permanecer muito tempo sentado () contração isométrica do quadríceps

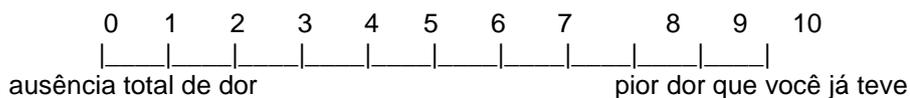
() praticar esportes

Dor fêmoro-patelar na última semana: (Cowan et al. 2001)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ausência total de dor					pior dor que você já teve					

() sem dor () fraca () moderada () forte () violenta () insuportável

Dor no dia de hoje:



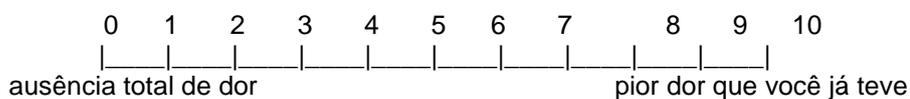
() sem dor () fraca () moderada () forte () violenta () insuportável

EXAME CLÍNICO:

Testes funcionais: 30s (Cowan et al. 2002; Loudon et al. 2002)

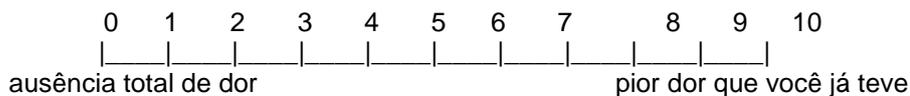
Agachamento bilateral 90°

ANTES:



() sem dor () fraca () moderada () forte () violenta () insuportável

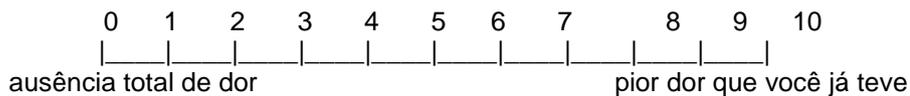
DURANTE:



() sem dor () fraca () moderada () forte () violenta () insuportável

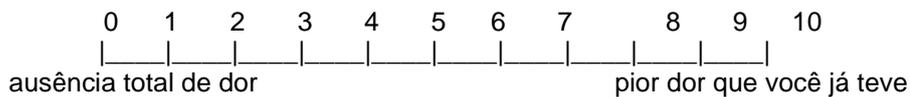
Descer Degrau de 25cm

ANTES:



() sem dor () fraca () moderada () forte () violenta () insuportável

DURANTE:



() sem dor () fraca () moderada () forte () violenta () insuportável

MEDIDA DE COMPRIMENTO DOS MEMBROS INFERIORES

	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
MEDIDA REAL (cm)		
MEDIDA APARENTE (cm)		

PERIMETRIA DA MUSCULATURA DA COXA

A partir da linha articular	JOELHO DIREITO	JOELHO ESQUERDO
10 cm		
20 cm		

JOELHO

	JOELHO DIREITO	JOELHO ESQUERDO
ÂNGULO Q		
SINAL DA BAIONETA		
COMPRESSÃO DE NOBLE		
ARCO DE MOVIMENTO Teste de McConnel modificado		

PATELA

	PATELA DIREITA	PATELA ESQUERDA
MOBILIDADE PATELAR	() normal () hipermóvel () hipomóvel	() normal () hipermóvel () hipomóvel
PALPAÇÃO DAS FACETAS/ BORDAS	() medial () lateral () superior () inferior	() medial () lateral () superior () inferior
APREENSÃO	() positivo () negativo	() positivo () negativo
COMPRESSÃO	() positivo () negativo	() positivo () negativo
CREPITAÇÃO (Teste de Waldron)	() positivo () negativo	() positivo () negativo
PRESENÇA DE DERRAME	() positivo () negativo	() positivo () negativo

TESTES COMPLEMENTARES

JOELHO	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
GAVETA ANTERIOR	() positivo () negativo	() positivo () negativo
GAVETA POSTERIOR	() positivo () negativo	() positivo () negativo
SOBRESSALTO	() positivo () negativo	() positivo () negativo
STRESS VALGO	() positivo () negativo	() positivo () negativo
STRESS VARO	() positivo () negativo	() positivo () negativo
TESTE DE APPLEY	() positivo () negativo	() positivo () negativo

TORNOZELO	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
TORÇÃO TIBIAL LATERAL		
ALINHAMENTO PERNA-CALCANHAR-ângulo do retropé.	() valgo () varo () normal	() valgo () varo () normal

RETRAÇÃO MUSCULAR	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
GASTROCNÊMIO	() sem retração () com retração	() sem retração () com retração
ISQUIOTIBIAIS	() sem retração () com retração	() sem retração () com retração
PROVA DE THOMAS	() iliopsoas retraído () reto femoral retraído	() iliopsoas retraído () reto femoral retraído
PROVA DE OBER	() sem retração () com retração	() sem retração () com retração

FORÇA MUSCULAR	MEMBRO INFERIOR DIREITO	MEMBRO INFERIOR ESQUERDO
QUADRÍCEPS FEMORAL		
ISQUIOTIBIAIS		
ADUTORES		
ABDUTORES		
FLEXORES DO QUADRIL		
EXTENSORES DO QUADRIL		

ANEXO 2: Protocolo de avaliação para SDFP

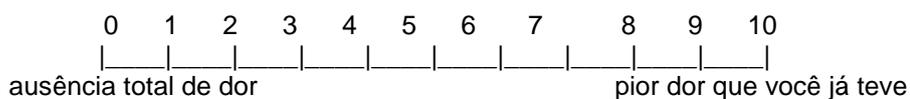
Identificação

Nome: _____

Data da avaliação ____/____/____ Examinador: _____

Exame clínico

I) Presença de dor de no mínimo 2 na articulação fêmoro-patelar no último mês e de início insidioso?



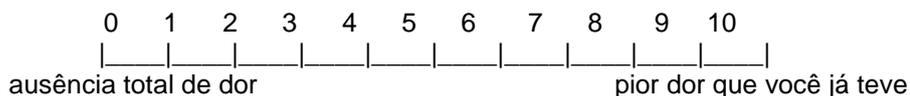
() não: 0 pontos () sim: 1 ponto

II) Presença de dor em pelo menos 3 condições funcionais?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> agachamento por tempo prolongado
<input type="checkbox"/> ajoelhar-se
<input type="checkbox"/> permanecer muito tempo sentado
<input type="checkbox"/> praticar esportes | <input type="checkbox"/> subir ou descer escadas
<input type="checkbox"/> correr
<input type="checkbox"/> contração isométrica do quadríceps |
|--|--|

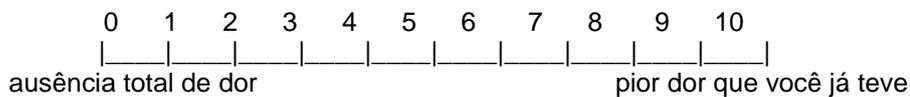
() não: 0 pontos () sim: 1 ponto

III) Apresenta dor retropatelar de no mínimo 2 no agachamento bilateral à 90°?



() não: 0 pontos () sim: 1 ponto

IV) Apresenta dor de no mínimo 2 na descida de degrau de 25cm?



() não: 0 pontos () sim: 1 ponto

V) O indivíduo apresenta 3 sinais e sintomas clínicos positivos no mesmo membro?

	Membro direito	Membro esquerdo
Ângulo Q superior à 18°	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Sinal da baioneta	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Compressão de noble	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Arco de movimento Teste de McConnel modificado	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Dor na palpação das facetas/ bordas da patela	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Apreensão	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Compressão (Clarke Test)	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Crepitação (Teste de Waldron)	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Prova de Ober	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Torção tibial lateral	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Pronação subtalar	() positivo () negativo	() positivo () negativo
Hipermobilidade patellar	() positivo () negativo	() positivo () negativo

() não: 0 pontos () sim: 1 ponto

Total de pontos:

() ≥4: positivo para SDFP

() <4: negativo para SDFP

ANEXO 3: Termo de consentimento livre e esclarecido

Título da Pesquisa: “Análise da reprodutibilidade de parâmetros biomecânicos em portadores da síndrome da dor femoropatelar na subida de escadas”

Nome do (a) Pesquisador (a): Deisi Ferrari

Nome do (a) Orientador (a): Prof. Dr. Fábio Mícolis de Azevedo

1. **Natureza da pesquisa:** esta pesquisa tem como finalidade analisar uma técnica que permita a reprodução dos dados, ou seja, que seja um método de avaliação confiável para pacientes que apresentam dor anterior ao joelho durante a subida de escadas.
2. **Participantes da pesquisa:** para a realização da pesquisa será avaliado a atividade elétrica dos músculos da coxa por meio de adesivos aderidos à pele em indivíduos com e sem dor anterior ao joelho, compreendendo 20 sujeitos do gênero feminino.
3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo a Sra permitirá que a pesquisadora avalie através da técnica de eletromiografia de superfície a atividade dos músculos da coxa; e por meio da plataforma de força o movimento do corpo durante a tarefa de subir um lance de escadas. Cabe lembrar, que a Sra poderá sentir algum desconforto na articulação do joelho durante a subida da escada. Assim, a Sra tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para a Sra. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone da pesquisadora do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.
4. **Sobre as coletas:** as avaliações serão marcadas com antecedência e serão realizadas no Laboratório de Fisioterapia Aplicada ao Movimento Humano (LAFAMH) da Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP. Cada participante deverá comparecer em apenas dois dias.
5. **Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não traz complicações físicas, funcionais e legais. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.
6. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Os dados da voluntária serão identificados com um código, e não

com o nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim sua privacidade.

7. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa a Sra não terá nenhum benefício direto. Entretanto, a partir dos resultados obtidos esperamos fornecer informações importantes para melhor caracterização clínica da dor anterior ao joelho, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa contribuir para elaboração de tratamentos e condutas clínicas, sendo que o pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos.
8. **Pagamento:** a Sra não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Orientador

Pesquisador: Deisi Ferrari (18) 81302678

Orientador: Fábio Mícolis de Azevedo (18) 3222-2464

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa: Profa. Dra. Edna Maria do Carmo

Vice-Coordenadora: Profa. Dra. Regina Coeli Vasques de Miranda

Telefone do Comitê: 3229-5315 ou 3229-5526

E-mail cep@fct.unesp.br

ANEXO 4: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Presidente Prudente



Presidente Prudente, 03 de junho de 2011.

Ilmo.(a) Sr.(a)

Deisi Ferrari.

Ref. Projeto intitulado: "Análise da reprodutibilidade de parâmetros biomecânicos em portadores da síndrome da dor femoropatelar em subida de escadas", sob orientação do (a) Prof. Dr. Fábio Micolis de Azevedo.

Protocolo nº 16/2011

Recebemos o projeto, o qual foi examinado pelo relator, tendo recebido o parecer anexo.

Decorrente do exposto, este Comitê, em concordância com o parecerista, considera o projeto **APROVADO**.

Diante do cronograma do desenvolvimento da pesquisa, fica estabelecido o seguinte prazo: até a última terça-feira útil do mês de **Março de 2013** para entrega de **um relatório final sucinto** ao CEP (vide modelo na página da FCT), sendo que os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinados, deverão permanecer em poder do pesquisador responsável pelo período mínimo de 5 anos após o encerramento do estudo, para eventual fiscalização da CONEP.

Informamos que eventuais emendas (proposta de modificação no projeto inicial) e extensões (proposta de prorrogação ou continuidade da pesquisa) devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta em duas vias impressas, identificando a parte do protocolo a ser modificado e suas justificativas. Entretanto, se houver modificações importantes de objetivos e métodos deve ser apresentado outro protocolo de pesquisa.

Atenciosamente,

Prof. Dra. EDNA MARIA DO CARMO
COORDENADORA DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Faculdade de Ciências e Tecnologia
Comitê de Ética em Pesquisa
Rua Roberto Simonsen, 305 - CEP 19060-900 - Presidente Prudente - SP
Tel (18) 3229-5315 - fax (018) 3229-5488 ou (018) 3229-5303 - cep@fct.unesp.br