



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Rayane Salbego Anhalt

**Moderadores e mediadores do efeito do exercício sobre a dor e funcionalidade de mulheres com dor patelofemoral: uma análise exploratória acerca da atividade mioelétrica**

Araranguá

2021

Rayane Salbego Anhalt

**Moderadores e mediadores na dor e função de mulheres com dor patelofemoral:**  
uma análise exploratória acerca da atividade mioelétrica

Dissertação/Tese submetida ao Programa de Pós  
Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade  
Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de  
Mestre em Ciências da Reabilitação  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Heloyse Uliam Kuriki, Dr<sup>a</sup>.  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Heiliane de Brito Fontana, Dr<sup>a</sup>.

Araranguá

2021

## Ficha de identificação da obra

ANHALT, RAYANE SALBEGO

Moderadores e mediadores do efeito do exercício sobre a dor e funcionalidade de mulheres com dor patelofemoral : uma análise exploratória acerca da atividade mioelétrica / RAYANE SALBEGO ANHALT ; orientador, Heloyse Uliam Kuriki, coorientador, Heiliane de Brito Fontana, 2021.  
60 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Araranguá, 2021.

Inclui referências.

1. Ciências da Reabilitação. 2. dor patelofemoral. 3. moderadores. 4. mediadores. 5. eletromiografia. I. Kuriki, Heloyse Uliam. II. Fontana, Heiliane de Brito. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação. IV. Título.

Rayane Salbego Anhalt

**Moderadores e mediadores na dor e função de mulheres com dor patelofemoral:** uma análise exploratória no contexto de diferentes protocolos de exercício e atividade mioelétrica

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Marcella Ferraz Pazzinato, Dr<sup>a</sup>.

La Trobe University

Profa. Jean Geremia, Dr.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Alexandre Marcolino, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em ciências da reabilitação.

---

Prof. Dr. Alessandro Haupenthal

Coordenador do Programa de Pós-Graduação

---

Prof<sup>a</sup>. Heloyse Uliam Kuriki, Dra.

Orientadora

Araranguá, 2021.

Este trabalho é dedicado aos meus pais, Eliane e Mauro, a quem agradeço imensamente pela vida e oportunidades que tenho.

## AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa que se encerra, de uma conotação um tanto especial, eu tive algumas primeiras vezes de várias coisas durante esses últimos dois anos. A primeira vez morando sozinha, a primeira vez que me senti adulta dirigindo pros meus pais no retorno de uma cirurgia extremamente bem sucedida nesse coraçõzinho do meu pai Mauro... Sempre com a sua fiel escudeira, Eliane a titã da nossa família, e a pessoa mais doce que eu tenho o prazer de conhecer e chamar de mãe. É graças a vocês que eu tive tantas primeiras vezes, nunca vou conseguir agradecer o suficiente por isso.

Começar um mestrado é desafiador e ao mesmo tempo muito estimulante. Começar um mestrado e fazer a maior parte dele durante uma pandemia mundial foi de fato uma situação atípica. Esse trabalho representa muitos aprendizados que vão além de páginas documentadas digitalmente.

Além de meus pais, também me inspirei em algumas pessoas durante essa fase as quais eu gostaria de lembrar aqui, minha amiga Nadine Tura, sua chegada foi um carinho no meu coração em um dos momentos em que mais precisei de um abraço e algumas palavras amigas – mas não menos realistas. Minha amiga Thais Minussi, por ser o refúgio perfeito onde consegui acalmar minhas águas internas e observar de fato meus próprios reflexos distorcidos, obrigada pela acolhida no meu retorno confuso e pelas palavras de incentivo e apoio.

Muitas pessoas que conheci por esse caminho foram especiais para mim, a todos os meus amigos do Suzaninha, que são como minha família na ilha, meu muito obrigada, vocês são esplêndidos de fato! Um salve para as diferentes formações que já tivemos no “Ap das Gu” cada uma com sua peculiaridade, esses últimos dez meses pareceram dez anos, bem vividos graças à Deusa!

Para minhas orientadoras, as quais admiro e respeito imensamente, mulheres, pesquisadoras, educadoras, mães, curiosas, sábias e muito humanas. Ter vocês como bússola nesse processo foi realmente especial, agradeço muitíssimo.

## RESUMO

O presente estudo tem por objetivo identificar a presença de fatores moderadores no tratamento da dor patelofemoral (DPF) por meio de diferentes abordagens de exercícios, e verificar se mudanças na atividade mioelétrica durante o agachamento podem ser consideradas mediadoras da redução da dor e aumento da função autorrelatada. Para isso realizamos uma análise exploratória com 39 mulheres com DPF, comparando três protocolos de exercícios para tratamento da DPF: exercícios de agachamento (n=14), abdução do quadril (n=11) ou exercícios para o core (n=14). O desfecho primário foi a dor após 12 semanas de tratamento, medida pela *NPRS* (escala numérica da dor) e o desfecho secundário foi a função, medida pela *AKPS* (escala para dor anterior no joelho). Um possível papel moderador foi investigado considerando-se o protocolo de exercícios realizados e os dados basais: dor (pontuação da *NPRS*), função (questionário *AKPS* – pontuação total) e questionário do índice de função (QIF - pontuação). A análise de mediadores incluiu variáveis relativas à atividade mioelétrica, avaliadas durante o teste de agachamento: magnitude de ativação dos músculos vasto medial (RMS VM), lateral (RMS VL) e do glúteo médio (RMS GMed); ativação simultânea entre os músculos vastos ( $CO_{VM/VL}$ ); diferença no tempo de início da atividade mioelétrica dos músculos vastos (ATRASSO VM/VL); tempo do início ao fim da ativação de VM (DUR VM) e VL (DUR VL). Ao final das 12 semanas de tratamento todos os grupos apresentaram mudança significativa na dor autorrelatada. A melhora da função se mostrou dependente do grupo de exercício, o grupo que realizou agachamentos demonstrou mudanças superiores aos grupos que realizaram abdução do quadril ou exercícios para o core de acordo com as pontuações totais do questionário *AKPS* ( $p=0,023$ ;  $n^2_p=0,1$ ). Esse resultado pode estar relacionado à maior complexidade do movimento do agachamento, por se tratar de uma tarefa multiarticular semelhante às tarefas de vidas diárias. Em relação às pontuações basais da *AKPS*, *NPRS* e *QIF* não foi observada nenhuma interação com os desfechos dor ou função. Observamos diminuição na  $CO_{VM/VL}$  ( $p=0,014$ ) e aumento da DUR VM ( $p=0,001$ ) e DUR VL ( $p=0,014$ ) após o tratamento. Para o grupo que realizou agachamentos além dessas mudanças, houve ainda uma redução na  $CO_{VM/VL}$  ( $p=0,008$ ), redução do ATRASSO VM/VL ( $p=0,048$ ) e aumento da duração de ativação dos músculos vastos, DUR VM ( $p<0,001$ ) e DUR VL ( $p<0,001$ ). Embora o tratamento tenha apresentado efeito sobre as variáveis mioelétricas, a mudança observada não se correlacionou com a mudança da dor e função ao final do tratamento. Permanece contraditória a relação entre dor patelofemoral e alterações na atividade mioelétrica. Em nosso estudo, observamos um papel moderador do protocolo de exercícios sobre a melhora funcional das participantes, estando essa presente somente no grupo de exercícios de agachamento. Em relação a análise de mediação, observamos que apesar da presença de alterações significativas na atividade muscular após a intervenção por exercícios, não existiu relação entre a mudança mioelétrica e a melhora nas variáveis de desfecho analisadas.

**Palavras-chave:** dor patelofemoral. moderadores. mediadores. eletromiografia.

## ABSTRACT

This study aims to identify the presence of moderating factors in the treatment of patellofemoral pain (PFD) through different exercise approaches and to verify whether changes in myoelectric activity during squats can be considered mediators of pain reduction and increased function self-reported. For this, we performed an exploratory analysis with 39 women with FPD, comparing three exercise protocols for the treatment of FPD: squat exercises (n=14), hip abduction (n=11), or core exercises (n=14). The primary outcome was pain after 12 weeks of treatment, as measured by the NPRS (numerical pain scale) and the secondary outcome was function, as measured by the AKPS (anterior knee pain scale). A possible moderating role was investigated for the muscle focus of the exercises performed in each group and for the baseline data: pain (NPRS score), function (AKPS questionnaire – total score), and function index questionnaire (QIF – score). The mediator analysis included variables related to myoelectric activity, assessed during the squat test: magnitude of activation of the vastus medialis (RMS VM), lateral (RMS VL) and gluteus medius (RMS GMed) muscles; simultaneous activation between vastus muscles (VM/VL); the difference in the time of onset of vast muscle myoelectric activity (DELAY VM/VL); time from start to finish (duration) of activation of VM (DUR VM) and VL (DUR VL). At the end of 12 weeks of treatment, all groups showed significant change in self-reported pain. The improvement in function was dependent on the exercise group, the group that performed squats showed greater changes than the groups that performed hip abduction or core exercises according to the total scores of the AKPS questionnaire ( $p=0.023$ ;  $n_2p=0, 1$ ). This result may be related to the greater complexity of the squat movement, as it is a multi-joint task similar to daily life tasks. Regarding baseline AKPS, NPRS, and QIF scores, no interaction with pain or function outcomes was observed. We observed a decrease in VM/VL ( $p=0.014$ ) and an increase in DUR VM ( $p=0.001$ ) and DUR VL ( $p=0.014$ ) after treatment. For the group that performed squats in addition to these changes, there was also a reduction in VM/VL ( $p=0.008$ ), reduction in VM/VL DELAY ( $p=0.048$ ), and increased duration of activation of vastus muscles, DUR VM ( $p<0.001$ ) and DUR VL ( $p<0.001$ ). Although the treatment affected the myoelectric variables, the observed change did not correlate with the change in pain and function at the end of the treatment. The relationship between patellofemoral pain and changes in myoelectric activity remains contradictory. In our study, we observed a moderating role of the exercise protocol on the participants' functional improvement, which was only present in the squat exercise group. Regarding the mediation analysis, we observed that despite the presence of significant changes in muscle activity after the exercise intervention, there was no relationship between the myoelectrical change and the improvement in the analyzed outcome variables.

**Keywords:** patellofemoral pain. moderators. mediators. electromyography.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>26</b>
1.1	OBJETIVOS .....	29
<b>1.1.1</b>	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>29</b>
<b>1.1.2</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>30</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>31</b>
2.1	DOR PATELOFEMORAL .....	31
<b>2.1.1</b>	<b>PATOMECÂNICA DA ARTICULAÇÃO PATELOFEMORAL.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.2</b>	<b>ETIOLOGIA DA DOR PATELOFEMORAL .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.3</b>	<b>ALTERAÇÕES MIOELÉTRICAS EM MEMBROS INFERIORES RELATADAS EM INDIVÍDUOS COM DPF .....</b>	<b>33</b>
2.2	FATORES MODERADORES E MEDIADORES NO CONTEXTO CLÍNICO DA DPF	34
<b>2.2.1</b>	<b>INTENSIDADE DA DOR BASAL AUTORRELATADA.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2.2</b>	<b>FUNCIONALIDADE MEDIDA PELO SCORE BASAL NA ESCALA AKPS</b>	<b>36</b>
2.3	PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO PARA TRATAMENTO DA DPF .....	36
<b>3</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>39</b>
3.1	DESENHO DO ESTUDO .....	39
<b>3.1.1</b>	<b>ESTUDOS ANTERIORES .....</b>	<b>39</b>
3.2	LOCAL DO ESTUDO .....	40
3.3	PARTICIPANTES.....	41
<b>3.3.1</b>	<b>POPULAÇÃO DO ESTUDO.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3.2</b>	<b>AMOSTRA.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3.3</b>	<b>CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DO ESTUDO .....</b>	<b>41</b>
3.4	AVALIAÇÃO.....	42
<b>3.4.1</b>	<b>PROTOCOLO DE AQUECIMENTO.....</b>	<b>42</b>

<b>3.4.2</b>	<b>AVALIAÇÃO CLÍNICA .....</b>	<b>43</b>
3.4.2.1	<i>ESCALA DE AVALIAÇÃO NUMÉRICA DA DOR (NPRS) .....</i>	<i>43</i>
3.4.2.2	<i>ESCALA DE DOR ANTERIOR DO JOELHO - ANTERIOR KNEE PAIN SCALE (AKPS) 44</i>	
3.4.2.3	<i>QUESTIONÁRIO DO ÍNDICE DE FUNÇÃO (QIF) .....</i>	<i>44</i>
3.4.2.4	<i>ESCALA DE INTENSIDADE DA SÍNDROME DA DOR PATELOFEMORAL (EISDF - PSS).....</i>	<i>44</i>
<b>3.4.3</b>	<b>AVALIAÇÃO MIOELÉTRICA .....</b>	<b>44</b>
3.4.3.1	<i>INSTRUMENTAÇÃO.....</i>	<i>45</i>
3.4.3.2	<i>PROTOCOLO DE COLETA DOS DADOS MIOELÉTRICOS .....</i>	<i>45</i>
3.5	INTERVENÇÃO.....	47
<b>3.5.1</b>	<b>EXERCÍCIOS DE AGACHAMENTO.....</b>	<b>47</b>
<b>3.5.2</b>	<b>EXERCÍCIO DE ABDUÇÃO DO QUADRIL.....</b>	<b>48</b>
<b>3.5.3</b>	<b>EXERCÍCIOS PARA FORTALECIMENTO DO CORE .....</b>	<b>49</b>
3.6	DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS .....	51
<b>3.6.1</b>	<b>VARIÁVEIS DEPENDENTES .....</b>	<b>51</b>
<b>3.6.2</b>	<b>VARIÁVEIS INDEPENDENTES.....</b>	<b>51</b>
<b>3.6.3</b>	<b>VARIÁVEIS MODERADORAS.....</b>	<b>51</b>
<b>3.6.4</b>	<b>VARIÁVEIS MEDIADORAS .....</b>	<b>52</b>
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	53
<b>3.7.1</b>	<b>ANÁLISE DO EFEITO DE MODERAÇÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>3.7.2</b>	<b>ANÁLISE DOS FATORES MEDIADORES.....</b>	<b>53</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1.1</b>	<b>ANÁLISE DE MODERAÇÃO .....</b>	<b>56</b>
<b>4.1.2</b>	<b>VARIÁVEIS SELECIONADAS PARA EFEITO DE MEDIAÇÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>
	<b>ANEXO A – ESCALA DE AVALIAÇÃO NUMÉRICA DA DOR (NPRS)...</b>	<b>70</b>

<b>ANEXO B – ESCALA DE DOR ANTERIOR NO JOELHO (<i>AKPS</i>).....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXO C – QUESTIONÁRIO DO ÍNDICE DE FUNÇÃO (<i>QIF</i>).....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO D – ESCALA DA INTENSIDADE DA SÍNDROME DA DOR PATELOFEMORAL (<i>EISDPF</i>) .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO E - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (<i>CEP</i>)..</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A dor patelofemoral (DPF) é entendida, no contexto atual como uma condição musculoesquelética crônica, caracterizada pela dor retro ou peripatelar, referida durante ou após atividades de maior demanda articular do joelho (CROSSLEY et al., 2019; RATHLEFF et al., 2015; WILLY et al., 2019). Atualmente a DPF representa um dos distúrbios mais comuns da articulação do joelho em jovens e adultos, com idade entre 18 e 35 anos, em decorrência do sedentarismo ou alteração do volume e frequência de treinamento físico (SMITH et al., 2018).

Com prevalência de 15 a 45% na população em geral, essa taxa pode ser até duas vezes maior em mulheres quando comparadas aos homens (BOLING et al., 2010). Além disso a DPF não representa uma condição musculoesquelética autolimitada, sendo considerada uma patologia crônica (RATHLEFF et al., 2015; SMITH et al., 2018). Estima-se que 6 a 30% da população em geral passe a apresentar DPF em algum momento de sua vida. Essa estimativa ainda aponta que aproximadamente 25% dos atletas recreativos diagnosticados com DPF deixarão de participar de esportes por conta de dores no joelho, sendo a corrida e os esportes com salto as modalidades mais frequentemente afetadas (NEGAHBAN et al., 2012; PETERSEN; REMBITZKI; LIEBAU, 2017; SMITH et al., 2018).

Apontada como uma doença de origem multifatorial, o desenvolvimento e a persistência dos sintomas da DPF são atribuídos a fatores biomecânicos proximais, locais e distais à articulação do joelho (CROSSLEY et al., 2019; WILLY et al., 2019). Dentre os fatores biomecânicos citados como causas da DPF, os desequilíbrios neuromusculares são um aspecto importante relacionado ao contato anormal da patela com o fêmur, que ocorre por conta do desvio (*tilt*) lateral da patela em relação a sulco troclear (POWERS et al., 2017). Esse *tilt* patelar, resulta no aumento do impacto mecânico sobre os tecidos moles circunjacentes à patela, durante movimentos de flexão e extensão do joelho sob condição de descarga de peso, o que contribui para a sensação de dor no joelho durante atividades funcionais (GULATI et al., 2018; LOUNDON, 2016).

Dos desequilíbrios musculares, o mais citado em literatura é o atraso da ativação do vasto medial (VM) em relação ao vasto lateral (VL), sendo este o principal tópico de discussão relacionado a atividade mioelétrica de sujeitos com DPF (CAVAZZUTI et al., 2010; POWERS, 2000). No entanto, estes achados ainda permanecem controversos na literatura, conforme mostra a revisão sistemática com meta-análise de Chester et al., 2008 que examinou o início relativo do VM e VL em sujeitos com DPF comparado a sujeitos assintomáticos. No estudo foi

identificada uma tendência ao atraso no início do VM em relação ao VL em sujeitos com DPF, porém devemos ter cautela ao agrupar e comparar os resultados, devido ao grau substancial de heterogeneidade identificado entre os estudos agrupados (CHESTER et al., 2008). O mesmo foi observado por Wong, 2009, que teve por objetivo verificar a utilidade da detecção de atraso de ativação entre os músculos vastos medial e lateral como parâmetro diagnóstico da DPF. Os autores verificaram em sua revisão de literatura, o uso de diversos protocolos de processamento e teste de sinal mioelétrico entre os estudos, além disso apenas metade de seus resultados tendeu a apoiar a ideia de que a detecção do início mioelétrico dos músculos vastos é útil para diagnosticar ou identificar indivíduos com PFPS (WONG, 2009).

Além do atraso entre os vastos, a literatura também aponta a intensidade de ativação e menor duração do glúteo médio (GMed) durante a corrida e no gesto de subida de degraus, como aspectos mioelétricos alterados na presença de DPF, em relação a indivíduos assintomáticos (AMINAKA et al., 2011; BARTON et al., 2013; COWAN; CROSSLEY; BENNELL, 2009). Existe também a heterogeneidade em relação ao gesto ou tarefa avaliada. Normalmente, são utilizados os movimentos de subida e descida de escadas, aterrissagem de saltos, corrida, agachamento unipodal e o agachamento em cadeia cinética fechada para avaliação física e funcional de sujeitos com DPF, devido a dor referida por este perfil de pacientes ser frequentemente relatada e facilmente identificada durante estes movimentos (CROSSLEY et al., 2019; WILLY et al., 2019). Nesse contexto destaca-se o movimento de agachamento em cadeia cinética fechada, que pode ser considerado um teste funcional com boa sensibilidade diagnóstica relatada (COOK et al., 2012; WILLY et al., 2019).

Em relação ao tratamento recomendado para DPF, deve-se preconizar uma abordagem multifatorial, que englobe além dos exercícios de fortalecimento das articulações locais (joelho) e proximais (abdome e quadril), o manejo da carga de treinamento, o retreinamento de padrões de movimento alterados, a educação do paciente e a adesão do paciente ao tratamento (LACK et al., 2018).

Diversos estudos já demonstraram a eficácia do tratamento conservador por meio de diferentes abordagens de exercícios, focados no fortalecimento dos grupos musculares do joelho, quadril e core, e até mesmo comparados a prática regular de atividade física livre (BOLGLA et al., 2016; FERBER et al., 2015; FUKUDA et al., 2012; HOTT et al., 2019). Esses estudos apontam um efeito positivo, tanto da prática de atividade física regular como dos diferentes protocolos de fortalecimento muscular, sobre a redução da dor e aumento da funcionalidade de indivíduos com DPF e ainda enfatizam a maior eficácia de exercícios

multiarticulares em relação aos uni articulares (HOTT et al., 2019; SCALI et al., 2018). A fim de entender os diferentes perfis de paciente mais responsivos as diferentes abordagens de tratamento, os pesquisadores buscaram identificar se fatores basais seriam preditivos de resultado e mudança clínica em pacientes com DPF. Os fatores preditivos de mau prognóstico clínico, até então relatados em literatura, considerando-se o tempo de após um ano de tratamento por exercícios foram: nível de dor autorrelatada basal mais alto, maior duração da dor, maior número de locais de dor em todos o corpo, e baixa pontuação basal na escala de dor anterior no joelho (*anterior knee pain scale - AKPS*) (HOTT et al., 2020; LANKHORST et al., 2016).

Considerando as diferentes abordagens de exercícios, direcionados aos grupos musculares locais (joelho) e distais (quadril e core) (EARL-BOEHM et al., 2018; FERBER et al., 2015; SCALI et al., 2018), nosso grupo de pesquisa realizou alguns ensaios clínicos aplicando diferentes abordagens de fortalecimento muscular para o tratamento da DPF. No primeiro estudo realizado, os exercícios foram majoritariamente focados no movimento de agachamento com carga progressiva, realizado por 12 semanas. Como resultado desse estudo foi observada uma redução significativa da dor autorrelatada pelas voluntárias e melhora da funcionalidade, quase que ao ponto de equiparar as voluntárias sintomáticas com o grupo controle avaliado inicialmente (SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017).

No segundo estudo foi executado um protocolo de fortalecimento da musculatura pósterolateral do quadril. Ao final das 12 semanas de tratamento observou-se o aumento do tempo de ativação dos músculos vasto medial e vasto lateral, a redução da dor autorrelatada e um aumento significativo da funcionalidade (LIMA et al., 2020). Por fim, dados prévios do terceiro estudo realizado, no qual uma população semelhante de mulheres com DPF realizou tratamento por meio de exercícios de fortalecimento com enfoque na musculatura do core, foi observada redução da dor autorrelatada, aumento da atividade muscular do VM e redução da coativação entre VM e VL, verificados após as 12 semanas de exercícios.

Nesse contexto, dada a importância dos ensaios clínicos no manejo e tratamento de doenças crônicas e considerando a eficácia do tratamento conservador obtida por meio do fortalecimento muscular em mulheres com DPF (EARL-BOEHM et al., 2018; FUKUDA et al., 2012; LIMA et al., 2020; SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017), é necessário compreendermos o perfil do paciente, e em quais contextos os diferentes tratamentos terão os efeitos pretendidos. Estes fatores são denominados moderadores de efeito. Além disso, os mecanismos pelos quais os tratamentos produzem resultados também são de interesse dos

clínicos e pesquisadores, esses mecanismos são denominados como mediadores de efeito. Através da análise de mediadores, pode-se melhor compreender as vias de efeito do tratamento, por meio da mudança da medida observada após a aplicação do tratamento em relação a medida inicial da provável variável mediadora e sua relação com a variável de desfecho (KRAEMER et al., 2002; MACKINNON, 2011).

A partir destes conceitos, o objetivo deste estudo é identificar se as pontuações de dor e funcionalidade autorrelatadas na avaliação inicial e o protocolo de exercício realizado (agachamento, abdução de quadril ou exercícios para o core) são capazes de moderar a melhora clínica de mulheres com dor patelofemoral. E se as medidas relacionadas à atividade mioelétrica, no âmbito da frequência e tempo de ativação no sinal eletromiográficos (EMG) podem ser consideradas mediadoras da redução da dor e melhora da funcionalidade autorrelatada após as 12 semanas de tratamento por exercícios. Para isso realizamos uma análise exploratória acerca de dados já coletados nos três ensaios clínicos anteriores, realizados no Laboratório de avaliação e reabilitação do aparelho locomotor (LARAL).

Esse trabalho foi idealizado frente à impossibilidade de realizar o projeto de pesquisa previamente idealizado em minha qualificação devido ao contexto da pandemia do COVID-19, no qual houve a necessidade de mantermos o distanciamento social, impossibilitando a utilização dos laboratórios de pesquisa. A fim de evitar a exposição tanto dos participantes como dos pesquisadores e alunos que utilizariam os mesmos ambientes e equipamentos, o presente estudo caracterizou-se por uma nova abordagem de análise em torno dos dados já coletados pelos projetos anteriores, como uma alternativa de estudo a ser conduzido para minha dissertação de mestrado.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Identificar a presença de fatores moderadores no tratamento por exercício em mulheres com dor patelofemoral e verificar se mudanças na atividade mioelétrica durante o agachamento podem ser consideradas mediadoras da redução da dor e melhora da funcionalidade autorrelatada nesta população.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Descrever a amostra de acordo com suas características basais e verificar semelhanças e diferenças entre os grupos pertencentes aos diferentes protocolos de tratamento;

Verificar se o tipo de exercícios de tratamento (agachamentos, abdução de quadril ou exercícios para fortalecimento do core) influencia na redução da dor e/ou melhora da funcionalidade ao final de 12 semanas de tratamento por exercício;

Verificar se mudanças significativas na atividade mioelétrica avaliada: (1) magnitude de ativação dos músculos vasto medial, lateral e glúteo médio; (2) ativação simultânea entre os músculos vastos; (3) atraso no início da ativação entre os músculos vastos; (4) tempo do início ao fim da ativação de VM e VL; estão associados à mudança da dor e função autorrelatadas ao final do tratamento por exercícios.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

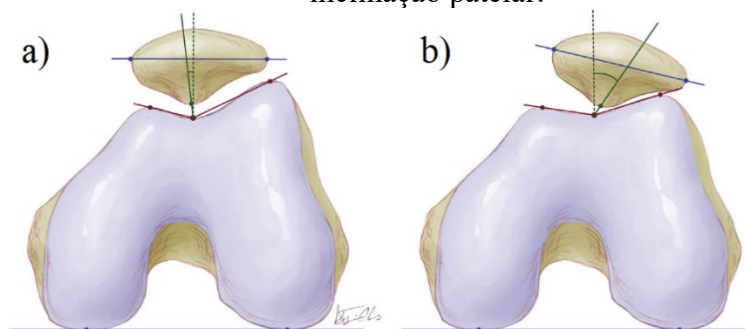
### 2.1 DOR PATELOFEMORAL

#### 2.1.1 Patomecânica da articulação patelofemoral

A DPF é associada funcionalmente ao uso excessivo da articulação do joelho e anatomicamente, ao contato anormal da patela com o fêmur, que ocorre por conta do desalinhamento da articulação patelofemoral (APF) sob condições de descarga de peso, ocorrendo geralmente o desvio lateral da patela (FIG. 1). Devido à maior tração do músculo vasto lateral oblíquo, responsável pela estabilização dinâmica da APF durante os primeiros graus (0 – 30°) de flexão do joelho, a patela é suscetível ao desvio medial, sendo este menos frequente que o desvio lateral (PANAGIOTOPOULOS et al., 2006; SHERMAN; PLACKIS; NUELLE, 2014).

Este desalinhamento dinâmico é descrito na literatura como a translação anormal da patela em relação à tróclea durante os movimentos de flexão ou extensão do joelho, gerando maior impacto mecânico (fricção) sobre os tecidos moles circunjacentes à patela durante movimentos de maior demanda do joelho o que pode contribuir para a sensação de dor durante atividades funcionais nesta articulação (GULATI et al., 2018; LOUNDON, 2016).

Figura 1 - Angulação da patela em relação ao sulco troclear: alinhamento normal e inclinação patelar.

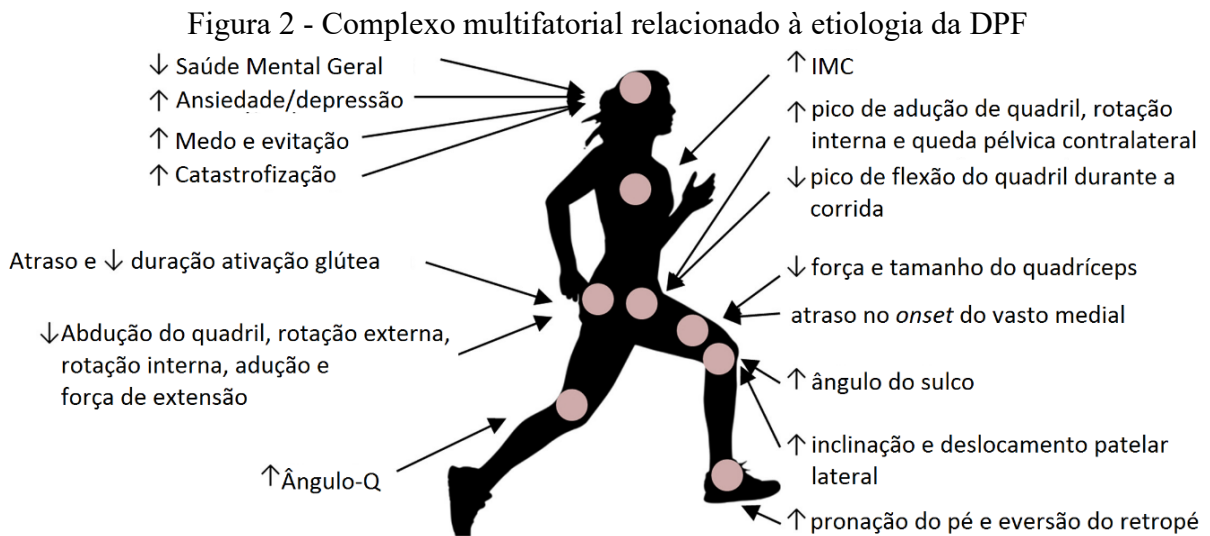


Linhas em vermelho representam o ângulo do sulco troclear, sendo 138° considerado normal (a), enquanto que angulações  $\geq 150^\circ$  representam um sulco raso/anormal (b); em verde o ângulo de congruência da APF, considerado normal valores em torno de  $-6^\circ$  e valores  $>16$  representando a anormalidade patelofemoral/patela lateralizada (b); em azul a inclinação da patelar representada em sua normalidade (a) e em inclinação lateral (b).

Fonte: SHERMAN; PLACKIS; NUELLE, 2014.

### 2.1.2 Etiologia da dor patelofemoral

A etiologia da DPF é pouco conhecida e associada a um conjunto multifatorial (FIG. 2), frequentemente o desenvolvimento e a persistência dos sintomas são atribuídos a fatores biomecânicos proximais, locais e distais à articulação do joelho, que aumentam ou alteram o estresse imposto sobre a APF. (CROSSLEY et al., 2019; WILLY et al., 2019)



Fatores físicos, estruturais, biomecânicos e psicológicos associados à dor patelofemoral.

Fonte: CROSSLEY et al., 2019 (traduzido para o português).

Quadro 1 – Fatores biomecânicos proximais, locais e distais associados ao desenvolvimento da DPF.

Proximais	Locais	Distais
<p>Fraqueza nos abdutores, rotadores externos e extensores de quadril em comparação a indivíduos saudáveis. (NEAL et al., 2019; PRINS; WURFF, 2009)</p> <p>Menor ativação de glúteo médio em comparação a indivíduos saudáveis durante a postura unipodal, agachamento unilateral, corrida e subida de escadas. (BARTON et al., 2013; MIRZAIE et al., 2019)</p>	<p>Fraqueza da musculatura do quadríceps (menor força de extensão de joelho). (NEAL et al., 2019)</p> <p>Menor ativação de vasto medial oblíquo (VMO) em comparação com saudáveis durante postura unipodal e agachamento unilateral. (MIRZAIE et al., 2019)</p> <p>Atraso na ativação de VMO em relação a VL, contribuindo para a lateralização da patela. (CAVAZZUTI et al., 2010; COWAN et al., 2001)</p>	<p>Pronação excessiva da articulação subtalar e maior eversão do retropé, acarretando em rotação interna da tibia, um dos componentes do desalinhamento dinâmico do joelho em valgo. (POWERS et al., 2017; SELFE et al., 2016)</p>

<p>Rotação interna excessiva do fêmur, como componente do desalinhamento dinâmico em valgo do joelho. (SOUZA; POWERS, 2009)</p>		
---	--	--

### 2.1.3 Alterações mioelétricas em membros inferiores relatadas em indivíduos com DPF

Estudos eletromiográficos anteriores relacionaram a DPF à amplitude da atividade muscular alterada (intensidade da atividade) e atraso no tempo de início dos músculos do joelho e quadril durante a corrida, descida e subida de escadas (AMINAKA et al., 2011; COWAN; CROSSLEY; BENNELL, 2009; WILLSON et al., 2011). Tais alterações no controle neuromuscular podem ser consideradas fatores que contribuem para a rotação medial e adução do quadril, além da lateralização da patela durante as atividades de suporte de peso, aumentando desta forma o risco de ocorrência de disfunções musculoesqueléticas, como o caso da dor patelofemoral (COLLADO; FREDERICSON, 2010; POWERS, 2010).

As alterações mais comumente relatadas na literatura são em relação aos músculos estabilizadores dinâmicos da patela, vasto medial e vasto lateral, devido à falha observada no sinergismo da ativação destes músculos durante tarefas funcionais como sentar e levantar, agachar e subir escadas (CAVAZZUTI et al., 2010; POWERS, 2000). A ativação precoce de VL em relação a VM, pode favorecer, em teoria, o desalinhamento lateral da patela (tilt patelar). O desequilíbrio de ativação da musculatura local responsável pela estabilização dinâmica da patela, que em tese resulta no desalinhamento patelar e por consequência, uma menor área de contato da patela com os côndilos femorais e compressão de tecidos moles peripatelares, o que gera a sensação de dor na região anterior do joelho (GRABINER, 1994).

Essa relação permanece contraditória devido a heterogeneidade metodológica dos estudos, que avaliam tais aspectos por meio de diferentes protocolos em relação tipo de tarefa avaliada, além da alta variabilidade entre sujeitos inerente a medida da atividade mioelétrica. Alguns estudos que analisaram esta variável durante tarefas dinâmicas, como na descida de degraus, sentar a partir da posição em pé e agachamento unipodal (CAVAZZUTI et al., 2010; COWAN et al., 2001; MIRZAIE et al., 2019) observaram ativação precoce de VL em relação ao VMO, porém o mesmo resultado não foi encontrado em outros estudos, nem mesmo em

modelos experimentais com coelhos (FAGAN; DELAHUNT, 2008; NG; ZHANG; LI, 2008; SAWATSKY et al., 2012). Com isso, pode-se considerar que exista uma tendência ao atraso no início de VMO em relação ao VL em indivíduos com DPF em relação aos controles, mas isso não deve ser necessariamente relacionado à causa da DPF. (CHESTER et al., 2008; WONG, 2009)

Em relação à estabilização dinâmica proximal do fêmur são observadas alterações na ativação muscular de rotadores externos e abdutores do quadril, com tempo de início tardio e menor duração de ativação de glúteo médio (GMed) durante as tarefas de subida de degraus, em comparação a indivíduos saudáveis (AMINAKA et al., 2011; COWAN; CROSSLEY; BENNELL, 2009). Além do atraso e menor tempo de duração da atividade de GMed, indivíduos com baixo controle moto, avaliados durante tarefas funcionais no plano frontal e transversal, também apresentaram menor ativação do GMed durante a corrida e o aumento da atividade de GMáx durante subida de escadas em indivíduos com dor patelofemoral (BARTON et al., 2013).

Além disso, a sequência de ativação também se apresenta alterada em indivíduos com DPF, os quais durante a postura unipodal estática apresentam ativação dos músculos: GMed, GMáx, VL e VMO em sequência, enquanto que nos indivíduos assintomáticos a sequência foi: GMed, VMO, VL e GMáx mostrando uma atividade precoce do músculos glúteos em indivíduos com DPF como uma tentativa de estabilização da área proximal (CAVAZZUTI et al., 2010; MIRZAIE et al., 2016).

Já foram relatadas na literatura as alterações na atividade mioelétrica proximal e local em indivíduos com DPF durante tarefas funcionais. Porém, ainda são poucos os relatos desta população durante exercícios, visto que a dor altera a estratégia de ativação muscular dos indivíduos (GREUEL et al., 2019).

## 2.2 FATORES MODERADORES E MEDIADORES NO CONTEXTO CLÍNICO DA DPF

A definição de fatores moderadores e mediadores de efeito no contexto dos ensaios clínicos randomizados, nos permite a identificação de um perfil de pacientes, ou características dentro de determinada população, onde é em que é possível analisar quais características predisõem determinada resposta ao tratamento e o mecanismo pelo qual tal resposta é obtida. Nesse contexto, os fatores que determinam em quem e quais circunstâncias os tratamentos terão

efeitos diferentes, dentro de determinada população, são denominados como moderadores de efeito (KRAEMER et al., 2002; MACKINNON, 2011).

Os moderadores também sugerem aos clínicos quais pacientes podem ser mais responsivos a determinada abordagem de tratamento, além de auxiliar na percepção do prognóstico clínico esperado para cada indivíduo dentro de seu contexto inicial. A análise de fatores moderadores pode, ainda, auxiliar na identificação de subpopulações dentro da amostra selecionada, tornando a análise dos resultados mais sensível em relação às possíveis diferenças em seus mecanismos causais ou prognóstico clínico (BALDON et al., 2015; PATERSON et al., 2018). As variáveis moderadoras podem ser uma medida basal de um resultado ou medida de mediação, de forma que os efeitos da intervenção dependam das condições iniciais de tratamento para cada participante (MACKINNON, 2011).

Os fatores mediadores, por sua vez, identificam o porquê e como os tratamentos têm efeitos, por meio da identificação de fatores que apresentam mudanças conforme a intervenção é aplicada. Compreender os mecanismos por meio dos quais os tratamentos atuam tende a facilitar o desenvolvimento de tratamentos mais eficazes, que por sua vez produzirão tamanhos de efeito maiores ou os mesmos tamanhos de efeito a um custo ou risco menor (KRAEMER et al., 2002; MACKINNON, 2011).

A fim de otimizar a tomada de decisão clínica, a respeito de qual intervenção ou abordagem aplicar de acordo com as características de cada paciente, indica-se que mais análises a respeito dos fatores moderadores e mediadores dos resultados de tratamento, sejam incorporadas nos estudos clínico randomizados (BALDON et al., 2015; KRAEMER et al., 2002; MACKINNON, 2011; PATERSON et al., 2018).

Apesar de poucos estudos abordarem a identificação dos fatores moderadores e mediadores no contexto da DPF, existem alguns estudos a respeito de fatores preditivos para prognóstico clínico nessa população. Portanto as variáveis moderadoras potenciais foram selecionadas com base nessas pesquisas anteriores e/ou na plausibilidade dos efeitos hipotéticos.

### **2.2.1 Intensidade da dor basal autorrelatada**

De acordo com estudo de HOTT et al., 2020, níveis de dor basal mais altos, maior duração da dor e maior número de locais de dor previram níveis mais altos de dor em um ano após participação em protocolo de tratamento com exercícios (HOTT et al., 2020).

Portanto, para a análise exploratória de fatores moderadores do presente estudo, a dor usual no último mês, autorrelatada na escala numérica da dor (*numeric pain ratio scale- NPRS*) da avaliação inicial, foi considerada como possível fator moderador do estudo. Acreditamos que sujeitos com maiores níveis basais de dor podem apresentar maiores efeitos de redução na dor a curto prazo, quando comparados a indivíduos com menores níveis dor autorrelatada.

### **2.2.2 Funcionalidade medida pelo escore basal na escala AKPS**

Outro preditor consistente de mau resultado citado em literatura é a baixa pontuação basal na escala de dor anterior no joelho (*anterior knee pain scale - AKPS*) (HOTT et al., 2020; LANKHORST et al., 2016), são consideradas baixas as pontuações menores que 70 de um total de 100 pontos (COLLINS et al., 2013).

### **2.3 PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO PARA TRATAMENTO DA DPF**

O tratamento recomendado para DPF deve ser multifatorial, englobando além dos exercícios de fortalecimento das articulações locais (joelho) e proximais (abdome e quadril), o manejo da carga de treinamento, o retreinamento de padrões de movimento alterados, a educação do paciente e a adesão do paciente ao tratamento (LACK et al., 2018). Os exercícios, são fortemente recomendados com alto nível de evidência para tratamento da DPF (WILLY et al., 2019), e devem ser estruturados de acordo com os déficits/desequilíbrios identificados durante a avaliação inicial do paciente, e após sanados os déficits musculares específicos recomenda-se que sejam priorizados os exercícios multiarticulares em cadeia cinética fechada por se assemelharem as tarefas funcionais de vida diária (BARTON et al., 2015; SCALI et al., 2018).

Nesse contexto, os exercícios direcionados as articulações proximais, como o quadril e tronco, são recomendados nos estágios iniciais do tratamento, principalmente em indivíduos que relatam maior intensidade de dor na avaliação inicial (WILLY et al., 2019). Em estudos anteriores que comparavam exercícios focados no fortalecimento do joelho com exercícios focados no fortalecimento do quadril e core, a redução da dor ocorreu independente do grupo muscular preconizado, porém foi observado que indivíduos com maiores níveis basais de dor demonstram bons, devido ao o tempo decorrido para redução da dor ter sido menor em indivíduos que realizaram o protocolo de fortalecimento de quadril e core quando comparado

aos direcionados ao joelho (BOLGLA et al., 2016; FERBER et al., 2015; FUKUDA et al., 2012). Além disso, ao que parece pacientes com DPF que apesar da dor anterior no joelho, ainda mantêm um alto nível de função podem ter benefícios adicionais com o fortalecimento do quadril e do núcleo (EARL-BOEHM et al., 2018).

No estudo anterior realizado pelo nosso grupo de pesquisa, mulheres que participaram de um protocolo de fortalecimento da musculatura pósterolateral do quadril, apresentaram maior tempo de ativação dos músculos vasto medial e vasto lateral após as 12 semanas de tratamento, bem como foi observada redução da dor e aumento significativo da funcionalidade (LIMA et al., 2020). Em dados prévios do estudo seguinte de nosso grupo de pesquisa, em que mulheres com DPF realizaram fortalecimento direcionados ao core, foi observada boa resposta clínica em termos de redução da dor autorrelatada, além do aumento da atividade muscular (RMS) do vasto medial (VM) e redução da coativação entre VM e vasto lateral (VL) após a realização do protocolo por 12 semanas.

Em relação à viabilidade e eficácia da realização de um tratamento majoritariamente focado no movimento multiarticular, foi verificada alta eficácia do protocolo de agachamento em cadeia cinética fechada com carga progressiva. O estudo avaliou aspectos como a dor, funcionalidade e percepção de mudança clínica por meio de instrumentos de autorrelato. Ao final das 12 semanas foi observada redução significativa da dor e melhora da funcionalidade, quase que ao ponto de equiparar as voluntárias sintomáticas com o grupo controle avaliado inicialmente (SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017).

Quadro 2 - Estudos anteriores desenvolvidos no LARAL utilizados no presente estudo.

<b>Estudo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Título do artigo</b>	Eficácia de um protocolo de exercícios em cadeia cinética fechada para indivíduos com dor femoropatelar	Efeitos de um programa de exercícios de abdução do quadril de 12 semanas na atividade eletromiográfica dos músculos do quadril e joelho de mulheres com dor patelofemoral: um estudo piloto	Efeito de um protocolo de fortalecimento do core em mulheres com dor patelofemoral
<b>Desenho do estudo ensaio clínico</b>	Estudo prospectivo	Estudo piloto de caráter pré/pós- intervenção	Estudo piloto de caráter pré/pós- intervenção
<b>Objetivo</b>	Verificar a eficácia de um protocolo de fortalecimento para indivíduos com DFP submetidos a um	Comparar a atividade muscular do quadril e joelho antes e após o programa de exercícios de abdução do quadril em	Verificar os efeitos de um protocolo de exercícios de fortalecimento dos músculos do core sobre a ativação muscular e dor

	protocolo de estresse articular prévio às avaliações a fim de padronizar os indivíduos.	mulheres com dor femoropatelar.	autorrelatada, após 12 semanas de tratamento.
<b>Amostra</b>	14 mulheres com DPF	11 mulheres com DPF	14 mulheres com DPF
	GC: 10 mulheres assintomáticas	GC: ausente	GC: ausente
<b>Protocolo de tratamento realizado</b>	Duração: 12 semanas Exercícios: Agachamento em cadeia cinética fechada com apoio de bola suíça na parede; Progressão: incremento de peso calculado a partir do % relativo ao peso corporal, dado pelas anilhas na barra.	Duração: 12 semanas Exercícios: Abdução do quadril em cadeia aberta (decúbito lateral) Progressão: Incremento de carga proporcionais a 1 RM (0 a 50%), medido no membro inferior sintomático.	Duração: 12 semanas Exercícios: <i>curl-up; cat-camel; ponte lateral; Bird-dog.</i> Progressão: Dada pelo nº de séries x repetições do movimento e tempo em contração isométrica na postura.
<b>Medidas de desfecho</b>	- <i>Lateral step down test</i> (nº de repetições em durante 30 segs) - Escalas / Questionários: AKPS; NPRS; QIF; EISDPF; EPEG-GPE	- <i>Lateral step down test</i> (nº de repetições em durante 30 segs) - Atividade eletromiográfica do glúteo médio, vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) durante o agachamento em cadeia cinética fechada, com e sem abdução isométrica do quadril.	Questionários: AKPS; NPRS; QIF; EISDPF; EPEG-GPE  - Atividade eletromiográfica dos músculos: transverso/oblíquo interno do abdômen, glúteo médio, vasto lateral e vasto medial do quadríceps durante a realização de um agachamento
<b>Resultados</b>	- Redução dos sinais clínicos positivos iniciais -Aumento do nº de repetições do <i>step down test</i> - Aumento da pontuação na escala AKPS (indicando redução das limitações funcionais devido a DPF) - Redução da dor medida na NPRS - Aumento da pontuação da escala QIF (demonstrando melhora na funcionalidade) - Redução da pontuação da EISDFP: indicando redução da intensidade autorrelatada da dor; - Aumento dos escores da EPEG-GPE: indicando a	- Redução dos sinais clínicos positivos avaliados inicialmente; - Maior duração da ativação VM e VL foram encontrados após o programa de exercícios de abdução do quadril <b>apenas durante o agachamento livre</b> - Aumento do nº de repetições no movimento do <i>step down test</i> - Redução da dor autorrelatada na NPRS.	- Redução dos sinais clínicos positivos avaliados inicialmente;  - Redução da pontuação da EISDFP: indicando redução da intensidade autorrelatada da dor; - Aumento dos escores da EPEG-GPE: indicando a autopercepção da melhora clínica das participantes  - Redução da RMS VM;  - Redução do tempo de coativação VM/VL  - Redução da RMS de TrA/OI



	autopercepção da melhora clínica das participantes		- Redução da coativação GM/TrA/OI
<b>Ano de conclusão / publicação do estudo</b>	Ano de publicação: 2017	Ano de publicação: 2020	Submetido em processo de avaliação pela revista.

DPF: dor patelofemoral; GC: grupo controle; AKPS: *anterior Knee pain scale*; NPRS: *numeric pain ratio scale*; QIF: questionário do índice de função; EISDPF: escala de intensidade da síndrome da dor patelofemoral; EPEG-GPE: escala de percepção de efeito global.

Fonte: LIMA et al., 2020; SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017

### 3 MÉTODOS

#### 3.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo de delineamento experimental, realizado a partir de outros três ensaios clínicos, no qual foi avaliada a influência de características clínicas basais sobre a dor e funcionalidade autorreferidas ao final de 12 semanas de exercícios a fim de verificar potenciais fatores moderadores e/ou mediadores de efeito do tratamento.

A amostra foi constituída por 39 mulheres, das quais 14 integraram o grupo de exercícios com enfoque no fortalecimento da musculatura do quadríceps; 11 mulheres realizaram exercícios de fortalecimento com enfoque na musculatura do complexo póstero lateral do quadril e 14 delas realizaram o protocolo de fortalecimento dos músculos do core.

##### 3.1.1 Estudos Anteriores

O presente estudo foi desenvolvido a partir de outros três projetos realizados anteriormente no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor (LARAL), sob a temática da avaliação e reabilitação de mulheres com dor patelofemoral. O primeiro, intitulado “*Eficácia de um protocolo de exercícios em cadeia cinética fechada para indivíduos com dor femoropatelar*” foi realizado no período de março a agosto de 2016. O estudo na íntegra e seus resultados clínicos estão publicados na Revista *ConScientiae Saúde*, v. 16, n. 4, p. 393-401, 2017 (SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017). No estudo foi realizado um protocolo de fortalecimento, por meio de exercícios de agachamento em cadeia cinética fechada (RBR-

99qqhf). A progressão da carga foi realizada gradualmente, de acordo com acréscimo calculado com base no peso corporal de cada participante.

O segundo estudo (RBR-5R2RTB) foi a respeito dos “*Efeitos de um programa de exercícios de abdução do quadril de 12 semanas na atividade eletromiográfica dos músculos do quadril e joelho de mulheres com dor patelofemoral*”, desenvolvido no período de março de 2017 a abril de 2018), o estudo preconizou o fortalecimento dos músculos abdutores e rotadores externos do quadril, com progressão de acordo com a variação do movimento solicitado e utilizando caneleiras como resistência. O estudo na íntegra e seus resultados podem ser acessados na *Revista Motriz*, v.26, 2020 (LIMA et al., 2020).

Por fim, o terceiro estudo (RBR-7fk9ww) realizado, intitulado “*Efeito do Fortalecimento do core nos Aspectos Clínicos e Eletromiográficos em Mulheres com dor Patelofemoral*” teve enfoque no fortalecimento da musculatura de estabilização central do tronco, os músculos do core, a progressão foi realizada de acordo com a troca de postura e o aumento do tempo de contração isométrica a ser mantido em cada posturas. O estudo foi realizado no período de agosto de 2018 a maio de 2019. Seus resultados já foram submetidos para publicação e o artigo encontra-se em processo de avaliação pelos revisores.

Os três estudos foram realizados com mulheres diagnosticadas clinicamente com dor patelofemoral, e conduzidos de acordo com o mesmo protocolo de avaliação e critérios de inclusão e exclusão, prévios ao tratamento. Os protocolos de fortalecimento foram realizados durante 12 semanas, com ênfase na musculatura do quadríceps, quadril e core respectivamente. A partir disso, este estudo teve como objetivo verificar se o tipo de protocolo é um possível moderador de mudança na dor e funcionalidade verificadas ao final do tratamento por exercícios.

### 3.2 LOCAL DO ESTUDO

Os ensaios clínicos foram conduzidos no período de março a agosto de 2016 para o estudo 1, março de 2017 a abril de 2018 para o estudo 2 e agosto de 2018 a maio de 2019 para o estudo 3 (destacados no Quadro 2 na revisão de literatura), junto ao Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor (LARAL), localizado na Universidade Federal de Santa Catarina, unidade Mato Alto, Araranguá - SC.

### 3.3 PARTICIPANTES

#### 3.3.1 População do estudo

A população dos estudos foi composta por mulheres, com idade entre 18 e 35 anos, ativas fisicamente diagnosticadas com DPF. Nenhuma das voluntárias da amostra apresentou outra patologia musculoesquelética em membros inferiores, neurológica ou sistêmica, além do diagnóstico clínico de dor patelofemoral realizado por meio do exame clínico detalhado a seguir.

#### 3.3.2 Amostra

As participantes dos estudos anteriores foram recrutadas por meio de anúncios publicados em murais do Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde do campus Araranguá (CTS/ARA) da Universidade Federal de Santa Catarina, bem como de academias e centros de reabilitação da cidade de Araranguá e divulgação do projeto no site do PPGCR e redes sociais dos pesquisadores.

#### 3.3.3 Critérios de Inclusão e Exclusão do estudo

Os três ensaios clínicos utilizaram os mesmos critérios de inclusão e exclusão, listados no quadro a seguir.

Quadro 3 - Critérios de inclusão e exclusão do estudo.

<b>CRITÉRIOS DE INCLUSÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mulheres com idade entre 18 e 35 anos, capazes de executar normalmente as atividades de vida diária;</li><li>- Dor na região anterior do joelho ou peripatelar, referida durante ao menos duas das seguintes atividades: subir/descer escadas, agachar, correr, ajoelhar, saltar, permanecer sentada por período prolongado;</li><li>- Nível de dor de no mínimo 3 em escala numérica da dor de 10 pontos - referida durante as atividades funcionais realizadas durante a última semana.</li><li>- Sintomas de início insidioso, com surgimento por no mínimo um mês, sem relação com acidente traumático</li> <li>- Presença de ao menos três sinais clínicos testados como positivos: sinal de Clarke, teste de McConnell, teste de Waldron, sinal de Zohler, ângulo</li></ul>
------------------------------	---

	<p>Q&gt;18°, teste de compressão de Noble positivo, patela lateralizada ou medializada; mulheres com idade entre 18 e 30 anos; capazes de executar normalmente as atividades de vida diária.</p> <p>- Concordar em participar do estudo e assinar o TCLE.</p>
<b>CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relato de outra patologia específica de joelho, como lesões ligamentares, tendíneas ou meniscais, osteoartrite, dor bilateral no joelho ou dor na coluna vertebral;</li> <li>- Histórico de cirurgia no joelho ou subluxação patelar;</li> <li>- Presença de doenças cardiometabólicas ou neurológicas ou processo inflamatório;</li> <li>- Tratamentos no joelho como artroscopia, uso de anti-inflamatórios, analgésicos, anestésicos, acupuntura ou fisioterapia durante os últimos 6 meses;</li> <li>- Indivíduos que não conseguirem realizar os exercícios dentro dos parâmetros propostos.</li> </ul>

Escala numérica da dor (NPRS); Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Crítérios definidos conforme os estudos anteriores.

Fonte: KURIKI et al., 2011; LIMA et al., 2020; SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017

### 3.4 AVALIAÇÃO

Foram realizadas duas sessões de avaliação, uma antes e outra após a aplicação dos protocolos de 12 semanas de exercício. Inicialmente as voluntárias foram recepcionadas pelo/a avaliador/a responsável, previamente treinado/a para execução do protocolo de coleta de dados. Então a voluntária era informada sobre a pesquisa e assinava o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) elucidando a concordância do voluntário em participar das avaliações.

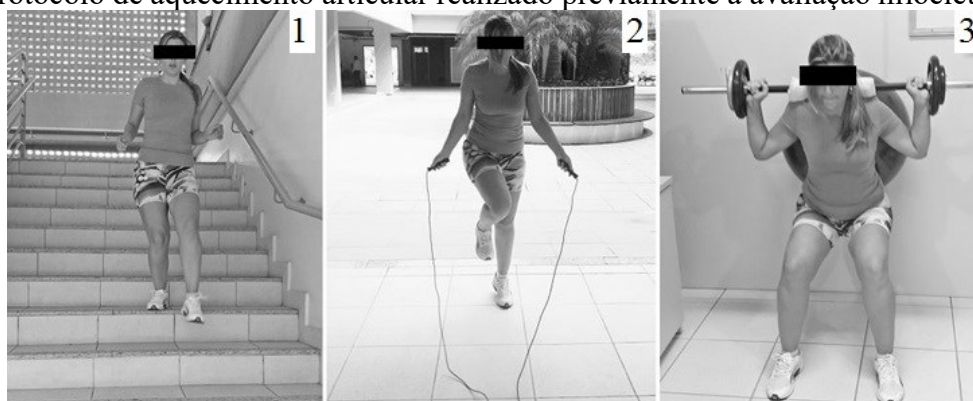
Cada avaliação foi composta inicialmente pelo aquecimento, seguido pela avaliação clínica, na qual era realizado o diagnóstico de dor patelofemoral e excluídas outras possíveis disfunções ortopédicas do joelho, e na sequência a avaliação mioelétrica durante o agachamento. Os instrumentos e procedimentos utilizados em cada sessão de avaliação estão descritos abaixo.

#### 3.4.1 Protocolo de aquecimento

A fim de padronizar as condições físicas das voluntárias antes da coleta foi realizado um protocolo de aquecimento articular com enfoque na articulação do joelho. O protocolo foi composto por seis subidas e descidas de um lance de escada de 20 degraus; três séries de 30 segundos de saltos em corda e cinco séries de oito repetições de agachamento com amplitude

fixa em 90° de flexão de joelhos e quadris, o agachamento foi realizado com acréscimo de 20% do peso corporal fornecido por anilhas acopladas à barra de metal (Figura 3). Para garantir a correta execução do exercício de agachamento, todas as participantes realizaram o movimento utilizando uma bola suíça de 55 cm de diâmetro, posicionada entre a região lombar e a parede.

Figura 3 - Protocolo de aquecimento articular realizado previamente a avaliação mioelétrica.



Fonte: LIMA et al., 2020; SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017

### 3.4.2 Avaliação clínica

A avaliação clínica foi realizada por meio de testes clínicos para descartar outras disfunções ortopédicas do joelho e escalas de autorrelato a fim de quantificar os níveis de dor e funcionalidade das voluntárias (WILLY et al., 2019). A avaliação clínica ocorreu por meio da realização dos testes clínicos de acordo com os critérios de inclusão do estudo, descritos com detalhes nos estudos anteriores já publicados (KURIKI et al., 2011; LIMA et al., 2020; SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017), e por meio de escalas específicas para DPF, descritas a seguir.

#### 3.4.2.1 Escala de avaliação numérica da dor (NPRS)

Mede a intensidade da dor, em uma escala de 11 pontos, com escores que variam de zero (sem dor) a 10 (a dor mais forte possível) (**Anexo A**). O instrumento é validado e amplamente utilizado para avaliação dos sintomas clínicos da DPF (DA CUNHA et al., 2013). De acordo com a literatura, a mínima diferença clinicamente importante (MDCI) para dor medida pela NPRS é considerada 2 pontos (FARRAR et al., 2001; FUKUDA et al., 2010).

#### 3.4.2.2 Escala de dor anterior do joelho - Anterior Knee Pain Scale (AKPS)

Avalia a limitação funcional de indivíduos com DPF (**Anexo B**), são 13 itens e a pontuação varia de 0 a 100 pontos. A pontuação total de 100 pontos indica a ausência de limitação funcional e escores abaixo de 82 pontos sugerem uma tendência para desordem patelofemoral (DA CUNHA et al., 2013; WILLY et al., 2019). A mínima diferença clinicamente importante (MDCI) relatada em literatura para a pontuação da escala AKPS é de 10 pontos (CROSSLEY et al., 2004).

#### 3.4.2.3 Questionário do índice de função (QIF)

O questionário quantifica o desempenho funcional dos voluntários com DPF durante atividades de vida diária (**Anexo C**). Contém 8 itens relacionados às atividades diárias, sendo que cada item é composto por 3 opções de respostas. O escore total é obtido após atribuir 0, 1 ou 2 pontos à cada questão. A soma final é graduada de 0 a 16 pontos, sendo que menores pontuações finais refletem maior o grau de incapacidade ou comprometimento funcional (DA CUNHA et al., 2013). MDCI relatada em literatura para o QIF é de 1.5 pontos (NEGAHBAN et al., 2015a).

#### 3.4.2.4 Escala de intensidade da síndrome da dor patelofemoral (EISDF - PSS)

É um instrumento específico para avaliar a intensidade da dor em pacientes com DPF. É composta por dez perguntas, que graduam a dor por meio de uma escala numérica durante a realização de atividades de vida diária (**Anexo D**). A graduação varia de zero (sem dor) a dez (pior dor possível), sendo a pontuação máxima de 100 pontos, quanto maior a pontuação, maior a intensidade da dor e maiores impactos funcionais ela reflete (DA CUNHA et al., 2013), não foi encontrada em literatura a MDCI para a pontuação na PSS.

### 3.4.3 Avaliação mioelétrica

Após o aquecimento e a avaliação clínica, as voluntárias diagnosticadas com DPF foram submetidas à avaliação mioelétrica durante o agachamento. Foram avaliados os

músculos: vasto medial (VM), vasto lateral (VL) e glúteo médio (GMed) do membro ipsilateral ao joelho com maior predomínio de dor.

#### 3.4.3.1 Instrumentação

Para a determinação das variáveis mioelétricas, foi utilizado o eletromiógrafo de 4 canais (Miotec®, Porto Alegre, RS, BRA, modelo Miotool 400), juntamente com o software para análise Miotec Suite 1.0 (Miotec®, Porto Alegre, RS, BRA).

As configurações do aparelho para a coleta dos dados foram: filtro passa-banda de 20 a 500 Hz, com ganho de 1000 vezes, Razão de Rejeição de Modo Comum (CMRR) maior que 80dB, impedância igual a 2012 $\Omega$  e frequência de aquisição de 2000 Hz.

Imediatamente após a avaliação clínica as participantes receberam instrução e familiarização sobre a coleta eletromiográfica (EMG); o protocolo de avaliação da atividade mioelétrica ocorreu em etapas, da seguinte maneira:

- a) higienização, tricotomia e abrasão da pele
- b) marcação do posicionamento anatômico dos eletrodos
- c) fixação dos eletrodos de superfície de Ag/AgCl (prata/ cloreto de prata) nos músculos selecionados e eletrodo de referência posicionado no processo estilóide da ulna, conforme orientações da SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*, disponível em <http://seniam.org/>).

#### 3.4.3.2 Protocolo de coleta dos dados mioelétricos

Imediatamente após a avaliação clínica, os participantes receberam instrução e familiarização sobre a avaliação mioelétrica.

Inicialmente, foi realizada a avaliação EMG durante uma contração voluntária isométrica máxima (CVIM) dos músculos extensores de joelho. A CVIM foi realizada com as voluntárias na posição sentada, com os quadris flexionados a 90° e 45° de flexão de joelho. Então as voluntárias foram orientadas a realizar uma extensão isométrica máxima do joelho por 7 segundos, sinalizados por estímulo verbal. Para a realização do teste de CVIM, foi utilizada uma corrente inextensível fixada ao solo e acoplada à cadeira extensora de joelho (Figura 4). Após a coleta do sinal durante a CVIM, cada voluntária descansou por cinco minutos e então era dada continuidade à avaliação (LIMA et al., 2020)

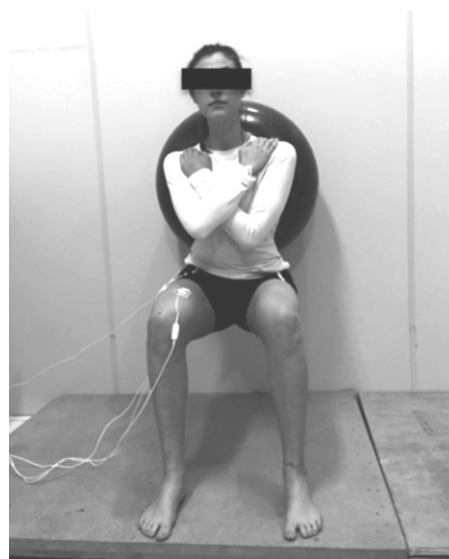
Figura 4 - Posicionamento e estabilização dos membros inferiores para teste da CVIM dos extensores do joelho.



Fonte: LIMA et al., 2020

As voluntárias foram então instruídas a realizar três agachamentos livres, com amplitude limitada a 90° de flexão de joelho e quadril. Para normalizar a posição do tronco, foi utilizada uma bola suíça de 55cm de diâmetro durante a execução do agachamento (Figura 5). Durante o movimento, as voluntárias receberam estímulo verbal para realizar o agachamento de forma lenta e autocontrolada (LIMA et al., 2020).

Figura 5 – Foto do instante de máxima flexão do joelho no agachamento utilizado para a avaliação da atividade mioelétrica dos músculos VM, VL, GMed.



Fonte: LIMA et al., 2020.



Os dados mioelétricos foram normalizados pela média da atividade mioelétrica medida durante uma contração voluntária isométrica máxima (CVIM) realizada no movimento de extensão resistida do joelho.

### 3.5 INTERVENÇÃO

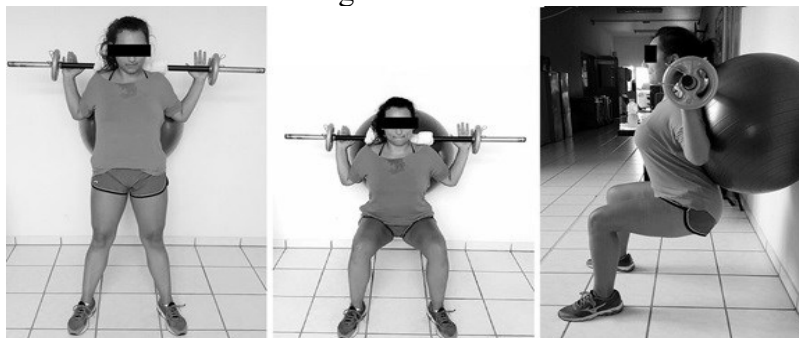
As voluntárias diagnosticadas clinicamente com DPF receberam três diferentes abordagens de exercícios como tratamento: i) fortalecimento da musculatura de quadríceps por meio de exercícios de agachamento com carga e volume progressivos; ii) fortalecimento do complexo pósterolateral do quadril, por meio de exercícios de abdução de quadril com progressão de carga e volume; e iii) fortalecimento dos músculos do core, com progressão dada pela variação dos exercícios/ movimentos propostos.

Os três protocolos de tratamento foram realizados durante 12 semanas, com frequência de três vezes por semana, de forma individualizada, sob supervisão do terapeuta previamente treinado para aplicação dos exercícios.

#### 3.5.1 Exercício de agachamento

O protocolo de fortalecimento dos músculos do quadríceps foi realizado por meio do exercício de agachamento (Figura 6), com progressão baseada em variação do número de séries e repetições, além do incremento progressivo de carga extra proporcionais ao percentual do peso corporal, segundo as recomendações do *American College of Sports Medicine* para treinamento de resistência (RATAMESS et al., 2009; SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017) (Quadro 4).

Figura 6 - Protocolo de fortalecimento do quadríceps: condições para execução do agachamento



FONTE: SOUZA et al, 2017

Quadro 4 - Progressão de carga no protocolo de fortalecimento de quadríceps

Semana	Séries X Repetições	Acréscimo de Carga (%PC)
1	5 x 8	PC
2	5 x 8	5% PC
3	5 x 8	5% PC
4	5 x 8	10% PC
5	6 x 10	10% PC
6	6 x 10	15% PC
7	6 x 10	15% PC
8	6 x 10	20% PC
9	8 x 12	20% PC
10	8 x 12	20% PC
11	8 x 12	25% PC
12	8 x 12	25% PC

PC: peso corporal.

Fonte: SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017

### 3.5.2 Exercício de abdução do quadril

O protocolo consistiu em um programa de exercícios de abdução do quadril em cadeia cinética aberta em decúbito lateral, com cargas proporcionais a uma repetição máxima (1RM). Embora o teste de 1RM tenha sido realizado com base no membro inferior sintomático, os exercícios foram realizados bilateralmente com a mesma carga (COPPACK; ETHERINGTON; WILLS, 2011; LIMA et al., 2020).

As voluntárias, em decúbito lateral foram instruídas a realizar a abdução do quadril em amplitude de 0-50° e retornar à posição de repouso, evitando a rotação de pé e perna (Figura 7). A progressão do protocolo foi realizada por meio do implemento de carga aplicado por tornozeleiras (Quadro 5).

Figura 7 - Protocolo de fortalecimento de quadril: posicionamento e execução da elevação lateral do membro inferior estendido em decúbito lateral



### Quadro 5 - Progressão de carga no protocolo de fortalecimento do quadril

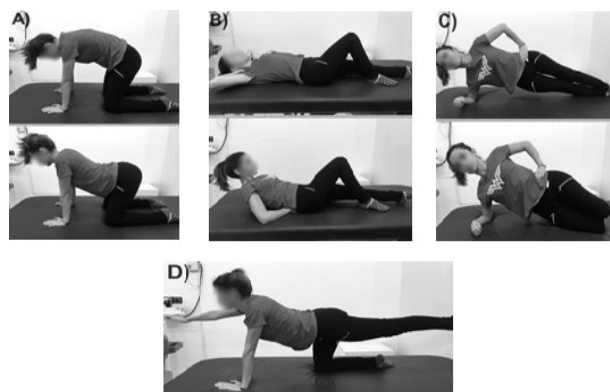
Semana	Séries X Repetições	Carga % 1RM
1	5 x 8	Sem carga
2	5 x 8	10%
3	5 x 8	10%
4	5 x 8	20%
5	6 x 10	20%
6	6 x 10	30%
7	6 x 10	30%
8	6 x 10	40%
9	8 x 12	40%
10	8 x 12	40%
11	8 x 12	50%
12	8 x 12	50%

Fonte: LIMA et al., 2020

### 3.5.3 Exercícios para fortalecimento do core

O protocolo consistiu em séries de exercícios progressivos em intensidade e volume, com o objetivo de fortalecer a musculatura do core (que abrange os músculos profundos do abdômen, coluna lombar e assoalho pélvico) (Quadro 6). Estruturado com base no protocolo descrito por McGill (MCGILL, 2001), os exercícios realizados nesse protocolo foram o *cat-camel*, *curl-up*, ponte lateral, *bird-dog* e suas respectivas variações como forma de progressão (Figura 8).

Figura 8 - Protocolo de fortalecimento do core: execução da sequência de movimentos *cat camel* (a); *curl up* (b); *ponte lateral* (c); *bird dog* (d).



Quadro 6 - Progressão do protocolo de fortalecimento do core

Semana	Exercícios	Séries x Repetições	Isometria* (segundos)
1	Contração abdominal <i>Cat-camel</i> * <i>Curl up</i> – mãos lombar	5 x 8	20
2	Contração abdominal <i>Cat-camel</i> * <i>Curl up</i> – mãos lombar	5 x 8	20
3	<i>Cat-camel</i> * <i>Curl up</i> - mãos lombar *Ponte lateral – apoio joelho, mão no ombro contralateral	5 x 8	20
4	<i>Cat-camel</i> * <i>Curl up</i> - mãos lombar *Ponte lateral – apoio joelho, mão no ombro contralateral	5 x 8	20
5	* <i>Curl up</i> – mãos na nuca *Ponte lateral – apoio joelho, mão na cintura	6 x 10	40
6	* <i>Curl up</i> – mãos na nuca *Ponte lateral – apoio joelho, mão na cintura	6 x 10	40
7	* <i>Curl up</i> – mãos na nuca *Ponte lateral – apoio pé, mão na cintura	6 x 10	40
8	* <i>Bird dog</i> * <i>Curl up</i> – mãos na nuca *Ponte lateral – apoio pé, mão na cintura	6 x 10	40
9	* <i>Bird dog</i> * <i>Curl up</i> – mãos na nuca *Ponte lateral – apoio pé, mão na cintura, rodando	8 x 12	60
10	* <i>Bird dog</i> * <i>Curl up</i> – mãos na nuca *Ponte lateral – apoio pé, mão na cintura, rodando	8 x 12	60
11	* <i>Bird dog</i> * <i>Curl up</i> – mãos na nuca *Ponte lateral – apoio pé, mãos na cintura, rodando	8 x 12	60
12	* <i>Bird dog</i> * <i>Curl up</i> – mãos na nuca *Ponte lateral – apoio pé, mãos na cintura, rodando	8 x 12	60

\* Exercícios com contração isométrica.

Adaptado de MCGILL, 2001.

## 3.6 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

### 3.6.1 VARIÁVEIS DEPENDENTES

Foram selecionadas as seguintes variáveis dependentes:

- Dor: medida autorrelatadas na *NPRS* (subitem 3.4.1.1 acima). Variação de 0-10 sendo 0 sem dor e 10 considerada a dor mais forte possível (DA CUNHA et al., 2013).

- Limitação funcional: medida de acordo com a pontuação basal na escala AKPS (subitem 3.4.1.2). A escala varia sua pontuação de 0 a 100 pontos, quanto maiores os escores menor a limitação funcional do indivíduo (DA CUNHA et al., 2013).

### 3.6.2 VARIÁVEIS INDEPENDENTES

A intervenção por exercício é a variável independente do presente estudo, com dois níveis para o fator tempo na análise: pré e pós exercícios.

### 3.6.3 VARIÁVEIS MODERADORAS

Foram selecionadas variáveis moderadoras, descritas a seguir, relacionadas às características basais das participantes e ao tipo de exercícios realizados na intervenção.

- Dor inicial (medida basal): medida autorrelatadas na *NPRS* (subitem 3.4.2.1). Variação de 0-10 sendo 0 sem dor e 10 considerada a dor mais forte possível (DA CUNHA et al., 2013).

- Funcionalidade (medida basal): expressa pela pontuação na escala AKPS (subitem 3.4.2.2). A escala varia sua pontuação de 0 a 100 pontos, quanto maiores os escores menor a limitação funcional do indivíduo (DA CUNHA et al., 2013).

- Índice de função (pontuação basal): graduada de 0 a 16 pontos (subitem 3.4.2.3), sendo que menores pontuações finais refletem maior o grau de incapacidade ou comprometimento funcional (DA CUNHA et al., 2013).

O grupo de tratamento por exercício foi considerado um possível moderador no presente estudo, de acordo com o protocolo de exercícios de fortalecimento realizado. Portanto, foram atribuídos três níveis para o fator grupo, de acordo com a articulação com enfoque em cada protocolo de exercício.

1) Grupo A (GA): realizou apenas o exercício de agachamento com progressão de carga, teve enfoque na musculatura do quadríceps;

2) Grupo B (GB): realizou apenas exercício de abdução de quadril com progressão de intensidade e volume;

3) Grupo C (GC): o protocolo de exercícios era construído pela variação de posturas e a carga era modificada de acordo com o tempo de contração isométrica da musculatura em cada postura, enfatizando a ativação da musculatura estabilizadora de tronco

### 3.6.4 VARIÁVEIS MEDIADORAS

As variáveis mioelétricas descritas a seguir e avaliadas nos três estudos anteriores foram consideradas como possíveis fatores mediadores de melhora clínica em mulheres com DPF. Inicialmente, os sinais foram tratados utilizando-se o software Matlab, com filtro passa-baixa do tipo *butterworth* de 4ª ordem, com frequência de corte de 50Hz.

- Intensidade da contração muscular (un): para quantificar a ativação muscular foi utilizada a RMS normalizada dos sinais do VM, VL e GMed durante os agachamentos; para o VM e VL, a RMS durante os agachamentos foi normalizada pela RMS da CVIM e, para o Gmed, a RMS foi normalizada pelo pico de cada contração (KURIKI et al., 2011; LIMA et al., 2020).

- Co-ativação VM/VL ( $CO_{VM/VL}$  %): quantidade de sinal que ativa simultaneamente nos diferentes músculos analisados. A co-ativação entre os músculos VM e VL foi determinada por meio da correlação cruzada ( $R_{vm,vl}$ ) e, para a determinação do percentual, multiplicou-se por 100 (WINTER, 2009);

- Atraso entre VM/VL (ms): atraso no início da atividade mioelétrica entre os músculos VM e VL. Para isso foram determinados os instantes nos quais o sinal de cada músculo (VM e VL) desviaram acima de três desvios-padrão da linha de base (obtida 200 ms antes do início da atividade), por tempo mínimo de 25 ms (*onset*). Em seguida, a defasagem entre os *onsets* do VL - VM foi calculada (COWAN et al., 2002);

- Duração da contração muscular (s): o final do sinal da ativação muscular (*offset*) para cada músculo foi marcado manualmente e subtraído do *onset* para determinar a duração da contração (KURIKI, 2013).

### 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O software IBM SPSS Statistics 22 foi utilizado para as análises estatísticas. As características basais das participantes foram descritas por meio das análises de média e erro padrão. As variáveis foram analisadas quanto à sua distribuição pelo teste de Shapiro-Wilk, para os três grupos de exercícios e considerando todas as voluntárias como um grupo único. A significância estatística foi estabelecida em  $p < 0,05$ .

#### 3.7.1 Análise do efeito de moderação

Com a finalidade de observar o efeito da intervenção e se o tipo de fortalecimento preconizado representa um fator moderador da mudança da dor e função, foi realizada uma ANOVA modelo misto com o fator repetido intervenção (com dois níveis: pré e pós) e o fator independente grupo (com três níveis – GA, GB e GC). O papel moderador dos escores basais foram avaliados a partir da inclusão dos (escores basais da *NPRS*, *AKPS* e *QIF* como cofatores da análise. Os dados foram descritos de acordo com as médias e erro padrão. A significância estatística foi estabelecida em  $p < 0,05$ . O tamanho de efeito é descrito conforme valores do *partial eta squared* ( $\eta^2_p$ ), considerando o tamanho de efeito pequeno (0,01), moderado (0,06) ou grande (0,14) (COHEN, 1988). Para determinar quais grupos (quando houve) foram significativamente diferentes, foi executada a análise post hoc, pelo teste de Bonferroni.

#### 3.7.2 Análise dos fatores mediadores

A análise de mediação foi realizada em etapas; de acordo com (KRAEMER et al., 2002), para uma variável ser considerada um mediador de efeito é necessário que a mesma apresente mudança significativa ao longo do tratamento e se correlacione com a mudança observada na variável de desfecho. Portanto, inicialmente os possíveis fatores mediadores foram selecionados por meio da verificação das variáveis mioelétricas conforme listado no item 3.6.4. que apresentaram mudança significativa pré/pós tratamento, verificadas nos testes de amostras pareadas.

Por fim, para as variáveis de atividade mioelétrica que mostraram alteração significativa pós tratamento, foi calculada a mudança observada (delta  $\Delta$ ) para cada indivíduo e a associação entre a mudança observada ( $\Delta$ ) no potencial mediador e a mudança nas variáveis de desfecho

foi avaliada através da correlação de Pearson ou Spearman, dependendo da normalidade na distribuição dos dados.

A significância estatística foi estabelecida em  $p < 0,05$  e o coeficiente de correlação classificado em: correlação muito fraca (0,00 a 0,19), fraca (0,2 a 0,39), moderada (0,40 a 0,60), forte (0,7 a 0,89) e muito forte (0,90 a 1) (COHEN, 1988).



## 4 RESULTADOS

Os grupos apresentaram características basais semelhantes, as medidas basais de atividade mioelétrica também estão descritas conforme os grupos de tratamento (Tabela 1). Houve efeito do grupo na pontuação basal da AKPS [F (2,38) =3,68; p<0,05], mostrando que o GA apresentava pontuação AKPS média inferior ao grupo GC, mas semelhante ao GB. Desta forma para os desfechos dor e função medida pelo QIF a amostra total foi considerada para análise (n=39), enquanto que para a função medida pelo AKPS as análises de mediação foram aplicadas apenas ao grupo A.

Tabela 1 - Dados descritivos e relativos à atividade mioelétrica conforme grupos de tratamento na avaliação inicial da amostra, conforme grupo de tratamento: grupos A, B e C. Valores apresentados em média (erro padrão).

	<b>A (n=14)</b>	<b>B (n=11)</b>	<b>C (n=14)</b>	<b>TODOS (n=39)</b>
<b>Idade (anos)</b>	22,7 (0,6)	21,4 (0,8)	23,3 (1,0)	22,5 (0,5)
<b>Massa (Kg)</b>	60,5 (1,8)	55,0 (1,5)	56,6 (1,5)	57,5 (1,0)
<b>Altura (m)</b>	1,64 (0,0)	1,6 (0,00)	1,6 (0,0)	1,6 (0,0)
<b>QIF (pontuação total)</b>	11,3 (0,4)	12,0 (0,4)	12,7 (0,6)	12,0 (0,3)
<b>EISDPF (pontuação total)</b>	31,9 (4,4)	27,4 (3,3)	36,4 (4,4)	32,2 (2,4)
<b>NPRS (pontos)</b>	3,6 (0,4)	5,7 (0,5)	4,6 (0,6)	4,6 (0,3)
<b>AKPS (pontuação total)<sup>#</sup></b>	72,3 (1,9)	77,8 (2,7)	79,3 (1,3)	76,4 (1,2)
<b>Medidas mioelétricas</b>				
<b>RMS VM (un)</b>	0,33 (0,02)	0,51 (0,36)	0,54 (0,08)	0,45 (0,03)
<b>RMS VL (un)</b>	0,37 (0,08)	0,45 (0,50)	0,45 (0,62)	0,42 (0,02)
<b>COVM/VL (%)</b>	0,73 (0,00)	0,75 (0,00)	0,78 (0,14)	0,75 (0,00)
<b>RMS GMED (un)</b>	0,15 (0,10)	0,17 (0,00)	0,15 (0,00)	0,15 (0,00)
<b>ATRASSO VM/VL (ms)</b>	188,70 (75,69)	343,02 (137,92)	-17,64 (31,97)	158,15 (52,87)
<b>DURAÇÃO VM (s)</b>	3,19 (0,16)	4,76 (0,31)	3,82 (0,19)	3,86 (0,16)
<b>DURAÇÃO VL (s)</b>	3,41 (0,20)	4,30 (0,44)	4,02 (0,18)	3,88 (0,16)

NPRS: Escala numérica da dor; QIF: Questionário do Índice de Função; AKPS: Anterior Knee Pain Scale; EISDPF: Escala de Intensidade da Síndrome da Dor Patelofemoral; Dist: Distribuição de acordo com p valor no teste de shapiro-wilk; \*variáveis que não seguem distribuição normal. RMS: root man square da magnitude de ativação dos músculos VM: vasto medial; VL: vasto lateral; GMed: glúteo médio; un: unidade normalizada; COVM/VL: ativação simultânea entre os músculos vastos; ATRASSO VM/VL: tempo de início da atividade mioelétrica dos músculos vastos; DUR: tempo do início ao fim da ativação dos músculos VM e VL; <sup>#</sup>diferença entre grupos verificada pela anova one way (p=0,035).

Fonte: Autora (2021)

#### 4.1.1 Análise de moderação

Quando verificamos a eficácia do tratamento por exercícios considerando os diferentes grupos de intervenção, observamos um efeito do tempo (pré/pós tratamento) para os três grupos, tanto para a dor [F (1, 2,25) = 97,88;  $p < 0,001$ ;  $n^2_p = 0,7$ ], como para a funcionalidade [F (1, 110,55) = 11,58;  $p = 0,002$ ;  $n^2_p = 0,2$ ].

Não houve efeito do tempo com as covariáveis basais AKPS [F (1, 72,29) = 2,37;  $p = 0,133$ ;  $n^2_p = 0,065$ ], e QIF [F (1, 72,29) = 3,54;  $p = 0,68$ ;  $n^2_p = 0,094$ ] testadas para o desfecho dor; o mesmo foi verificado para o efeito do tempo com as covariáveis NPRS basal [Z (1, 3,95) = 0,11;  $p = 0,745$ ;  $n^2_p = 0,003$ ], e QIF [Z (1, 3,95) = 0,11;  $p = 0,902$ ;  $n^2_p = 0,00$ ], em que também não houve efeito dos cofatores para o desfecho função, medida pela AKPS (Tabela 2).

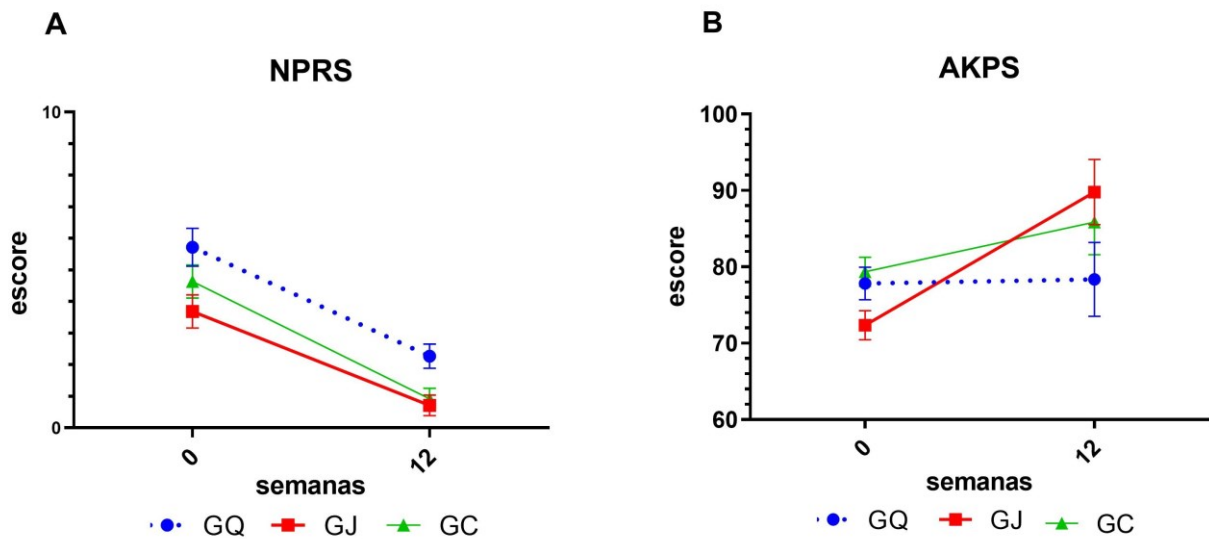
Tabela 2 - Efeito da intervenção baseada em exercício na dor e função autorrelatadas de acordo com o grupo de tratamento.

		Média (erro padrão)		Anova ( $p$ )	
		[IC 95%]		Tempo	Interação Grupo x Tempo
		Pré	Pós		
DOR NPRS (pontos)	A	3,7 (0,5) [2,6 - 4,7]	0,7 (0,3) [0,02; 1,4]	<0,00* (0,731)	0,653 (0,023)
	B	5,7 (0,6) [4,5 - 6,9]	2,2 (0,3) [1,4 - 3,0]		
	C	4,6 (0,5) [3,5 - 5,7]	0,9 (0,3) [0,2 - 1,6]		
FUNÇÃO AKPS (pontos)	A	72,3 (1,90) [68,4 - 76,2]	89,7 (4,2) [81,1 - 98,4]	0,002* (0,244)	0,023* (0,19)
	B	77,8 (2,1) [73,4 - 82,1]	78,3 (4,8) [68,5 - 88,1]		
	C	79,3 (1,90) [75,4 - 83,2]	85,8 (4,28) [77,1 - 94,5]		

NPRS: *numeric pain ratio scale*; AKPS: *anterior knee pain scale*; QIF: questionário do índice de função;  $n^2_p$ : eta parcial quadrado (utilizado como medida de tamanho de efeito); \*diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Foi observada interação entre tempo e grupo para a função, medida pela AKPS [F (1, 110,55) = 11,58;  $p = 0,023$ ;  $n^2_p = 0,1$ ], demonstrando um efeito moderador do tipo de exercício realizado em relação à melhora da função das voluntárias no presente estudo (Tabela 2). O post hoc mostrou uma diferença média significativa de 7 pontos a menos no GAem relação ao GC ( $p = 0,04$ ) verificada no pré-tratamento por exercícios (Figura 9). Não houve diferenças nas pontuações médias de função (AKPS) entre os grupos após a conclusão das 12 semanas de tratamento.

Figura 9 – Testes Post Hoc Tests: Dor (A); Função (B)



Grupos de tratamento A: exercícios de agachamento; B: exercícios de abdução de quadril; C: exercícios para o core. A interação grupo\*tempo entre grupos B e C foi observada para o desfecho função, de acordo com os escores totais da escala AKPS;  $p=0,04$ .

#### 4.1.2 Variáveis selecionadas para efeito de mediação

Para o desfecho dor, a análise foi realizada considerando a amostra total do estudo devido à semelhança entre os grupos constatada no baseline e a ausência de interação do grupo de tratamento com a mudança da dor. Enquanto que para a função, apenas o grupo A foi incluído na análise de correlação, devido à diferença encontrada no baseline, e ao efeito moderador do grupo de tratamento observado.

As variáveis COVM/VL, DUR VM e DUR VL dentro da amostra total foram selecionadas para os testes de correlação com o efeito da redução da dor. Enquanto que as variáveis COVM/VL, ATRASO VM/VL; DUR VM e DUR VL do GA foram selecionadas para o teste de correlação com o efeito do aumento da função medido ao final do tratamento (Tabela 3).

Não foram encontradas correlações significativas em nenhuma das variáveis mioelétricas de efeito, tanto para o desfecho dor como para a função (Tabela 4). O que demonstra que apesar dos exercícios aparentemente produzirem efeito benéfico sobre a redução

da dor e aumento da função, nenhuma das variáveis mioelétricas avaliadas parecem mediar as mudanças clínicas encontradas no presente estudo.

Tabela 3 - Efeito do tratamento por exercício sobre as variáveis de atividade mioelétrica, de acordo com os respectivos grupos de tratamento: dados descritos conforme diferença média pré-pós tratamento (erro padrão).

Variável	Grupo	Dif. Média pré-pós (erro padrão)	Testes pareados (p)	Z (wilcoxon)	t (t-pareado)
RMS VM (un)	A	-0,132 (0,072)	0,162	-1,39	
	T	-0,009 (0,039)	0,977	-0,29	
RMS VL (un)	A	-0,062 (0,058)	0,701	-0,38	
	T	-0,004 (0,034)	0,768	-0,295	
CO VM/VL (%)	A	0,407 (0,012)	0,008*	-2,67	
	T	0,251 (0,009)	0,014*	-2,461	
RMS GMED (nu)	A	0,004 (0,007)	0,596		0,543
	T	0,010 (0,005)	0,063		1,919
ONSET AUT (ms)	A	769,577 (322,997)	0,048*	-1,97	
	T	240,799 (143,128)	0,468	-0,726	
DUR VM (s)	A	-1,702 (0,287)	0,000*		-5,92
	T	-0,775 (0,200)	0,001*	-3,196	
DUR VL (s)	A	-1,512 (0,238)	0,000*		-6,33
	T	-0,621 (0,242)	0,014*		-2,569

RMS: *root man square* da magnitude de ativação dos músculos VM: vasto medial; VL: vasto lateral; GMED: glúteo médio; un: unidade normalizada; CO VM/VL: ativação simultânea entre os músculos vastos; ONSET AUT: tempo de início da atividade mioelétrica dos músculos vastos; DUR: tempo do início ao fim da ativação Dos músculos VM e VL; A: grupo A; T: total da amostra; Z: valor referente ao teste wilcoxon, aplicado para aos pares que não apresentaram distribuição normal; t : referente ao teste t-pareado, aplicado aos pares que apresentaram normalidade em sua distribuição; r: correlação de pearson referente ao tamanho do efeito calculado, classificado como <sup>a</sup>pequeno, <sup>b</sup>moderado, ou <sup>c</sup>grande; \* representa significância estatística (p<0.05).

Tabela 4 - Correlação entre o efeito das variáveis mioelétricas selecionadas com os desfechos dor e função: valores expressos do r (p).

Desfecho	CO <sub>VM/VL</sub>	DUR VM	DUR VL	ATRASO VM/VL
Dor	-0,09 <sup>a</sup> (0,56) <sup>#</sup>	-0,18 <sup>a</sup> (0,27)	-0,50 <sup>c</sup> (0,76)	-
Função	-0,23 <sup>b</sup> (0,41)	0,38 <sup>b</sup> (0,17) <sup>#</sup>	0,46 <sup>c</sup> (0,91)	-0,24 <sup>b</sup> (0,40) <sup>#</sup>

r: coeficiente de correlação; as correlações foram classificadas conforme valor do coeficiente em bem fraca<sup>a</sup>, fraca<sup>b</sup> e moderada<sup>c</sup>; resultados do teste de correlação de spearman<sup>#</sup>. Significância estatística considerada: p<0.05.

## 5 DISCUSSÃO

Em nosso estudo, os grupos de intervenção apresentaram pontuações iniciais da AKPS > 70 e pontuações de dor semelhantes entre os grupos. Estudos anteriores apontam a duração da dor (> 4 meses) (MATTHEWS et al., 2017), maior intensidade de dor inicial autorrelatada, assim como menores pontuações iniciais na escala AKPS (< 70 pontos) como fatores preditivos de resultados clínicos ruins em sujeitos com DPF no período de acompanhamento de três meses e um ano após tratamento por exercícios (COLLINS; CROSSLEY; DARNELL, 2010; HOTT et al., 2020). Porém, em contraste ao que a literatura relata, o GA que apresentou escores menores de função na AKPS sendo diferente do GC e semelhante ao GB nas medidas basais, foi o que apresentou melhores benefícios ao final do protocolo de exercícios realizado.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi verificar por uma análise de moderação se o efeito de um programa de exercício de 12 semanas sobre a dor e função é dependente do enfoque muscular dado no programa (grupos de tratamento), do nível basal de dor e da pontuação basal da escala AKPS. Apesar da diferença inicial na pontuação AKPS entre os grupos GA e GC não houve efeito mediador das covariáveis adicionadas à análise dos resultados clínicos observados ao final do tratamento.

Nossos achados não demonstraram efeito de interação entre o grupo de exercícios e a redução da dor ao final do tratamento por exercícios, o que indica que, independentemente do grupo de exercício realizado, houve redução na dor. Portanto, a análise acerca dos efeitos mediadores da dor foi realizada considerando-se todas as participantes. Estes resultados vão de acordo aos estudos prévios que compararam exercícios com enfoque na musculatura de quadril em relação aos focados no joelho, nos quais não foram encontradas diferenças entre os grupos na melhora da dor autorrelatada no período de 6 semanas (FERBER et al., 2015; HOTT et al., 2019). A única observação realizada por Ferber et al. 2015, foi de que a redução da dor no grupo exercícios de quadril, ocorreu uma semana antes quando comparado ao grupo de exercícios de joelho (FERBER et al., 2015). Em nosso estudo a dor foi avaliada especificamente antes e após a realização dos protocolos de exercício, dessa forma não foi possível observar se existiu a mesma tendência em nossa amostra.

Observamos ainda que os três grupos obtiveram melhoras significativas em relação à dor, considerando a MDCI de 2 pontos relatada em literatura para dor usual medida pela NPRS.(CROSSLEY et al., 2004) Tanto os protocolos de exercícios focados no fortalecimento de joelho e quadril, como os exercícios focados no tronco/core demonstraram resultados satisfatórios na redução da dor ao final das 12 semanas de tratamento, equivalentes ou superiores às MDCIs previamente relatadas em literatura (FIGURA 9a).

Para o desfecho funcionalidade, medido pelos escores finais da AKPS, houve efeito de interação entre o grupo de exercícios e o aumento dos escores no questionário. As mulheres que realizaram os exercícios de agachamento com carga progressiva, em comparação com fortalecimento do quadril ou core obtiveram resultado significativo ao final das 12 semanas de tratamento. De modo que apenas o grupo que realizou os exercícios de agachamento alcançou a MDCI de 10 pontos relatada em literatura (FIGURA 9b).(CROSSLEY et al., 2004) Desta forma, em relação a funcionalidade o grupo que realizou agachamentos demonstrou um efeito moderador sobre a funcionalidade de mulheres com DPF.

Essa melhora da dor e função evidenciada no GA pode estar relacionada ao exercício escolhido como protocolo de fortalecimento, que realizou apenas o movimento de agachamento em cadeia cinética fechada, o próprio movimento de agachamento exige estabilidade e controle das articulações adjacentes. Além disso, sua execução assemelha-se a outras atividades funcionais e cotidianas, como subida e descida de escadas e sentar e levantar, durante as quais as mulheres com DPF costumam referir maiores dores no joelho.(LYNN; NOFFAL, 2012; PAULI et al., 2016; SOUZA; SCHWANCK; KURIKI, 2017) Ainda, sugere-se que essa melhora mais evidente no GA pode ser decorrente da funcionalidade inicial medida pela AKPS, uma vez que, antes da aplicação dos protocolos de exercícios, as mulheres do GA apresentavam menor pontuação na AKPS em relação aos outros grupos (TABELA 1).

Em relação aos mecanismos mediadores analisados em nosso estudo, apesar de verificarmos mudanças significativas em ambos os protocolos de exercícios, nenhuma das variáveis mioelétricas investigadas se correlacionou significativamente com a mudança na dor autorreferida ou melhora da funcionalidade medida pela AKPS, tanto para o desfecho dor em todas as participantes como para a função no GA.

No estudo de HOTT et al. 2019, foi observado que o grupo que realizou exercícios com enfoque na musculatura do joelho apresentou aumento de força significante em relação aos grupos que realizaram exercícios com enfoque em quadril ou prática de atividade física livre; porém, a dor e a melhora da função não foram diretamente relacionadas aos ganhos de força muscular observados no grupo joelho, indicando que a presença de outros fatores não analisados no estudo pode influenciar na melhora da dor e funcionalidade (HOTT et al., 2019).

O único estudo, de nosso conhecimento, que encontrou uma variável mediadora para o tratamento de mulheres com DPF, foi o de Baldon et al, 2015 no qual a força excêntrica dos músculos glúteos teve um efeito de mediação (considerado baixo) sobre a mudança da cinemática no plano frontal durante o agachamento unipodal, como resultado do protocolo de

tratamento com exercícios realizados durante oito semanas. Como em nosso estudo, a força muscular ou cinemática não foram aspectos avaliados, não nos cabe fazer especulações a respeito destes fatores como possíveis contribuintes da melhora da dor e funcionalidade observada.

O presente estudo tem limitações que devem ser reconhecidas. Em primeiro lugar, por não ser aleatorizado, é possível que existam fatores de confusão, de maneira que o efeito moderador observado pode não representar somente o tipo de exercício (grupo A). Além disso, os protocolos de exercícios diferem no que diz respeito aos volumes trabalhados em cada um dos programas, e à execução dos exercícios de fortalecimento, através de uma postura de exercício ou várias. Portanto, o efeito superior para o programa focado no agachamento não deve ser somente atribuído ao tipo de exercício. Ainda, nossas medidas de desfecho são baseadas em questionários e escalas dependentes do autorrelato do paciente, podendo sofrer viés de entendimento e memória durante o preenchimento. Isso dificulta a identificação de relações entre as variáveis, reduzindo a exatidão estatística na análise realizada em torno de tais fatores. A ausência de um grupo de controle "sem tratamento" deve ser reconhecida, visto que o mesmo ajudaria a identificar se as voluntárias estavam melhorando espontaneamente, ou realmente devido à intervenção. Devemos considerar também a presença de outros fatores, que não foram mensurados no presente estudo, e que podem moderar ou mediar os efeitos de redução da dor e aumento da funcionalidade, como a força de membro inferior e tronco, o nível de atividade física pré-tratamento, déficits na coordenação do movimento e redução de mobilidade em membro inferior (LANKHORST et al., 2016; NEAL et al., 2019; WILLY et al., 2019).

A implicação clínica de nosso estudo está intimamente relacionada à redução da dor e manutenção ou melhora da funcionalidade em mulheres com DPF, objetivos principais dos protocolos de tratamento por exercícios nessa população. Além disso, os níveis autorrelatados de dor e funcionalidade também são parâmetros importantes de prognóstico e sucesso do tratamento clínico na DPF. Ainda devemos considerar a escassez de estudos que abordem a análise de moderadores e mediadores do efeito do exercício no contexto da DPF, sendo este um importante tópico de pergunta clínica para futuras pesquisas.

Visto que a DPF é considerada uma doença crônica de origem multifatorial, a identificação de fatores moderadores de efeito aplicados aos ensaios clínicos nos permite tomar decisões sobre o enfoque dado para a intervenção de forma mais assertiva, considerando as particularidades de cada paciente. Enquanto que a identificação das vias pelas quais os

diferentes tratamentos produzem o efeito clínico esperado, nos permite testar a teoria de manipulação do mediador por meio de uma intervenção.

## **6 CONCLUSÃO**

Nossos resultados indicam que o efeito do fortalecimento de doze semanas sobre a redução da dor em voluntárias com DPF é independente do grupo muscular preconizado. No entanto, o grupo A apresentou resultados superiores no que diz respeito à funcionalidade autorrelatada. Isso indica maiores benefícios funcionais às pacientes que realizaram movimentos multiarticulares como o agachamento, por se tratar de um exercício muito semelhantes aos movimentos usuais.

Permanece contraditória a relação entre dor patelofemoral e alterações na atividade mioelétrica. Em nosso estudo, observamos que apesar da presença de alterações significativas na atividade muscular após a intervenção por exercícios, as mesmas não se correlacionaram com a melhora nas variáveis de desfecho. Sugere-se que os ensaios clínicos futuros já incluam em seu planejamento a análise dos fatores moderadores e mediadores de efeito ainda na fase de concepção do estudo, dessa forma mais informações poderão ser obtidas para o enriquecimento da pesquisa científica.



## REFERÊNCIAS

AMINAKA, N. et al. Patellofemoral pain syndrome alters neuromuscular control and kinetics during stair ambulation. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 21, n. 4, p. 645–651, 2011.

BALDON, R. M. DE et al. Evaluating Eccentric Hip Torque and Trunk Endurance as Mediators of Changes in Lower Limb and Trunk Kinematics in Response to Functional Stabilization Training in Women With Patellofemoral Pain. **American Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 6, p. 1485–1493, 2015.

BARBOSA, R. A. **Efeito de um protocolo de fortalecimento do core em mulheres com dor patelofemoral**. Araranguá - SC / Brazil: [s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216681#:~:text=Esses dados evidenciaram que um,em mulheres com dor patelofemoral.>>>.

BARTON, C. J. et al. Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 207–214, 2013.

BARTON, C. J. et al. The “Best Practice Guide to Conservative Management of Patellofemoral Pain”: Incorporating level 1 evidence with expert clinical reasoning. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 14, p. 923–934, 2015.

BOLGLA, L. A. et al. Pain, Function, and Strength Outcomes for Males and Females With Patellofemoral Pain Who Participate in Either a Hip/Core- or Knee-Based Rehabilitation Program. **International journal of sports physical therapy**, v. 11, n. 6, p. 926–935, 2016.

BOLGLA, L. A. et al. National athletic trainers’ association position statement: Management of individuals with patellofemoral pain. **Journal of Athletic Training**, v. 53, n. 9, p. 820–836, 2018.

BOLING, M. et al. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 20, n. 5, p. 725–730, 2010.

CAVAZZUTI, L. et al. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. **Gait and Posture**, v. 32, n. 3, p. 290–295, 2010.

CHESTER, R. et al. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: A systematic review and meta-analysis. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 9, n. 64, p. 1–14, 2008.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd Edn.** [s.l.: s.n.]. v. 4

COLLADO, H.; FREDERICSON, M. Patellofemoral pain syndrome. **Clinics in Sports Medicine**, v. 29, n. 3, p. 379–398, 2010.

COLLINS, N. J. et al. Prognostic factors for patellofemoral pain: A multicentre observational analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 227–233, 2013.

COOK, C. et al. Best tests/clinical findings for screening and diagnosis of patellofemoral pain syndrome: A systematic review. **Physiotherapy**, v. 98, n. 2, p. 93–100, 2012.

COPPACK, R. J.; ETHERINGTON, J.; WILLS, A. K. The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: A randomized controlled trial. **American Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 5, p. 940–948, 2011.

COWAN, S. M. et al. Delayed Onset of Electromyographic Activity of Vastus Medialis Obliquus Relative to Vastus Lateralis in Subjects With Patellofemoral Pain Syndrome. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 82, p. 183–189, 2001.

COWAN, S. M. et al. Physical therapy alters recruitment of the vasti in patellofemoral pain syndrome. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 12, p. 1879–1885, 2002.

COWAN, S. M.; CROSSLEY, K. M.; BENNELL, K. L. Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 8, p. 584–588, 2009.

CROSSLEY, K. M. et al. Analysis of outcome measures for persons with patellofemoral pain: Which are reliable and valid? **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 85, n. 5, p. 815–822, 2004.

CROSSLEY, K. M. et al. Rethinking patellofemoral pain: Prevention, management and long-term consequences. **Best Practice and Research: Clinical Rheumatology**, n. xxxx, 2019.

DA CUNHA, R. A. et al. Translation, cross-cultural adaptation, and clinimetric testing of instruments used to assess patients with patellofemoral pain syndrome in the Brazilian population. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 43, n. 5, p. 332–339, 2013.

EARL-BOEHM, J. E. et al. Treatment Success of Hip and Core or Knee Strengthening for Patellofemoral Pain: Development of Clinical Prediction Rules. **Journal of Athletic Training**, v. 53, n. 6, p. 545–552, 2018.

FAGAN, V.; DELAHUNT, E. Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options. **British Journal of Sports Medicine J Sports M**, v. 42, p. 789–795, 2008.

FARRAR, J. T. et al. Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. **Pain**, v. 94, n. 2, p. 149–158, 2001.

FERBER, R. et al. Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: A multicenter randomized controlled trial. **Journal of Athletic Training**, v. 50, n. 4, p. 366–377, 2015.

FUKUDA, T. Y. et al. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled clinical trial. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 11, p. 736–742, 2010.

FUKUDA, T. Y. et al. Hip Posterolateral Musculature Strengthening in Sedentary Women With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial With 1-Year Follow-up. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 42, n. 10, p. 823–830, out. 2012.

GLAVIANO, N. R.; SALIBA, S. Differences in Gluteal and Quadriceps Muscle Activation During Weight-Bearing Exercises Between Female Subjects With and Without Patellofemoral Pain. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 00, n. 00, p. 1, 2019.

GREUEL, H. et al. How does acute pain influence biomechanics and quadriceps function in individuals with patellofemoral pain? **Knee**, v. 26, n. 2, p. 330–338, 2019.

GULATI, A. et al. Current clinical, radiological and treatment perspectives of patellofemoral pain syndrome. **British Journal of Radiology**, v. 91, n. 1086, 2018.

HOTT, A. et al. Effectiveness of Isolated Hip Exercise , Knee Exercise , or Free Physical Activity for Patellofemoral Pain A Randomized Controlled Trial. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 20, n. 10, p. 1–11, 2019.

HOTT, A. et al. Predictors of Pain, Function, and Change in Patellofemoral Pain. **American Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 2, p. 351–358, 1 fev. 2020.

KRAEMER, H. C. et al. Mediators and moderators of treatment effects in randomized clinical trials. **Archives of General Psychiatry**, v. 59, n. 10, p. 877–883, 2002.

KURIKI, H. U. et al. Comparison of different analysis techniques for the determination of muscle onset in individuals with patellofemoral pain syndrome. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 21, n. 6, p. 982–987, 2011.

KURIKI, H. U. **Caracterização De Parâmetros Biomecânicos Durante a Subida**

**De Degraus.** [s.l.] Universidade de São Paulo, 2013.

LACK, S. et al. How to manage patellofemoral pain – Understanding the multifactorial nature and treatment options. **Physical Therapy in Sport**, v. 32, p. 155–166, 2018.

LANKHORST, N. E. et al. Factors that predict a poor outcome 5-8 years after the diagnosis of patellofemoral pain: A multicentre observational analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 14, p. 881–886, 2016.

LIMA, K. M. . M. et al. Effects of a 12-week hip abduction exercise program on the electromyographic activity of hip and knee muscles of women with patellofemoral pain : A pilot study. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 26, n. 1, p. 1–9, 2020.

LOUNDON, J. K. Biomechanics and pathomechanics of the patellofemoral joint. **International journal of sports physical therapy**, v. 11, n. 6, p. 820–830, 2016.

LYNN, S. K.; NOFFAL, G. J. Lower Extremity Biomechanics During a Regular and Counterbalanced Squat. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 9, p. 2417–2425, set. 2012.

MACKINNON, D. P. Integrating Mediators and Moderators in Research Design. **Research on social work practice**, v. 21, n. 6, p. 675–681, 2011.

MACLACHLAN, L. R. et al. The psychological features of patellofemoral pain: A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 9, p. 732–742, 2017.

MCGILL, S. M. Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 29, n. 1, p. 26–31, 2001.

MIRZAIE, G. et al. Altered hip mechanics and patellofemoral pain. A review of literature. **Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja**, v. 18, n. 3, p. 215–221, 2016.

MIRZAIE, G. H. et al. Electromyographic activity of the hip and knee muscles during functional tasks in males with and without patellofemoral pain. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 23, n. 1, p. 54–58, 2019.

NAKAGAWA, T. H. et al. Trunk, Pelvis, Hip, and Knee Kinematics, Hip Strength, and Gluteal Muscle Activation During a Single-Leg Squat in Males and Females With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. **Journal of orthopedi**, v. 42, n. 6, p. 491–501, 2012.

NASCIMENTO, L. R. et al. Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: A systematic review with meta-analysis. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 48, n. 1, p. 19–31, 2018.

NEAL, B. S. et al. Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review and meta-

analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 5, p. 270–281, 2019.

NEGAHBAN, H. et al. Persian translation and validation of the Kujala Patellofemoral Scale in patients with patellofemoral pain syndrome. **Disability and Rehabilitation**, v. 34, n. 26, p. 2259–2263, 2012.

NEGAHBAN, H. et al. Responsiveness and minimally important differences for selected Persian-version of outcome measures used in patients with patellofemoral pain syndrome. **Disability and Rehabilitation**, v. 37, n. 14, p. 1285–1290, 2015a.

NEGAHBAN, H. et al. Posture–cognition interaction during quiet standing in patients with knee osteoarthritis. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 31, n. 8, p. 540–546, 2015b.

NG, G. Y. F.; ZHANG, A. Q.; LI, C. K. Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, n. 1, p. 128–133, 2008.

PANAGIOTOPOULOS, E. et al. Cadaveric study on static medial patellar stabilizers: The dynamizing role of the vastus medialis obliquus on medial patellofemoral ligament. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 14, n. 1, p. 7–12, 2006.

PATERSON, K. L. et al. Moderators and mediators of effects of unloading shoes on knee pain in people with knee osteoarthritis: an exploratory analysis of the SHARK randomised controlled trial. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 26, n. 2, p. 227–235, 2018.

PAULI, C. A. et al. Kinematics and Kinetics of Squats, Drop Jumps and Imitation Jumps of Ski Jumpers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 3, p. 643–652, mar. 2016.

PETERSEN, W.; REMBITZKI, I.; LIEBAU, C. Patellofemoral pain in athletes. **Open Access Journal of Sports Medicine**, v. 8, p. 143–154, 2017.

POWERS, C. M. Patellar Kinematics , Part I : The Influence of Vastus Muscle Activity in Subjects with and Without Patellofemoral Pain. **Journal of the American Physical Therapy Association**, v. 80, n. 10, p. 956–964, 2000.

POWERS, C. M. The Influence of Abnormal Hip Mechanics on Knee Injury: A Biomechanical Perspective O. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 40, n. 2, p. 42–51, 2010.

POWERS, C. M. et al. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: Part 3. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 24, p. 1713–1723, 2017.

PRINS, M. R.; WURFF, P. VAN DER. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles : a systematic review. **Australian Journal of Physiotherapy**, v. 55, n. 1, p. 9–15, 2009.

RATAMESS, N. A. et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.

RATHLEFF, M. S. et al. Patellofemoral Pain in Adolescence and Adulthood: Same Same, but Different? **Sports Medicine**, v. 45, n. 11, p. 1489–1495, 2015.

RATHLEFF, M. S.; PETERSEN, K. K.; ARENDT-NIELSEN, L. Impaired Conditioned Pain Modulation in Young Female Adults with Long-Standing Patellofemoral Pain : A Single Blinded Cross-Sectional Study. **Pain Medicine**, v. 17, n. 5, p. 980–988, 2015.

SAWATSKY, A. et al. Changes in patellofemoral joint contact pressures caused by vastus medialis muscle weakness. **Clinical Biomechanics**, v. 27, n. 6, p. 595–601, 2012.

SCALI, K. et al. Is Multi-Joint or Single Joint Strengthening More Effective in Reducing Pain and Improving Function in Women With Patellofemoral Pain Syndrome? a Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 13, n. 3, p. 321–334, 2018.

SELFE, J. et al. Are there three main subgroups within the patellofemoral pain population? A detailed characterisation study of 127 patients to help develop targeted intervention (TIPPs). **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 14, p. 873–880, 2016.

SHERMAN, S. L.; PLACKIS, A. C.; NUELLE, C. W. Patellofemoral anatomy and biomechanics. **Clinics in Sports Medicine**, v. 33, n. 3, p. 389–401, 2014.

SMITH, B. E. et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 13, n. 1, p. 1–18, 2018.

SOUZA, G. DOS S.; SCHWANCK, A. A.; KURIKI, H. U. Eficácia de um protocolo de exercícios em cadeia cinética fechada para indivíduos com dor femoropatelar. **ConScientiae Saúde**, v. 16, n. 4, p. 393–401, 2017.

SOUZA, R. B.; POWERS, C. M. Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v. 39, n. 1, p. 12–19, 2009.

VAN DER HEIJDEN, R. A. et al. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome (Review). **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 1, p. 199, 2015.

WILLSON, J. D. et al. Gluteal muscle activation during running in females with and

without patellofemoral pain syndrome. **Clinical Biomechanics**, v. 26, n. 7, p. 735–740, 2011.

WILLY, R. W. et al. Patellofemoral Pain: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. **Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy**, v. 49, n. 9, p. CPG1–CPG95, 2019.

WINTER, D. A. **Biomechanics and Motor Control of Human Movement: Fourth Edition**. [s.l: s.n.].

WONG, Y. MING. Recording the vastii muscle onset timing as a diagnostic parameter for patellofemoral pain syndrome: Fact or fad? **Physical Therapy in Sport**, v. 10, n. 2, p. 71–74, 2009.

**ANEXO A – Escala de avaliação Numérica da Dor (NPRS)****ESCALA DE AVALIAÇÃO NUMÉRICA DA DOR (NPRS)**

Eu gostaria que você desse uma nota para sua dor numa escala de 0 a 10, onde 0 seria nenhuma dor, e 10 seria a pior dor possível. Por favor, dê um número para descrever sua média de dor.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nenhuma dor										pior dor possível

(DA CUNHA et al., 2013)



## ANEXO B – Escala de dor anterior no Joelho (AKPS)

### BRAZILIAN PORTUGUESE VERSIONS OF THE INSTRUMENTS

#### ESCALA PARA DOR ANTERIOR DO JOELHO (EDAJ – AKPS)

Em cada questão, circule a letra que melhor descreve os atuais sintomas relacionados ao seu joelho.

1. Você caminha mancando?
  - a. Não
  - b. Levemente ou de vez em quando
  - c. Constantemente
2. O seu joelho suporta o seu peso?
  - a. Apóio totalmente, sem dor
  - b. Apóio, mas sinto dor
  - c. É impossível suportar o peso
3. Ao caminhar
  - a. Não tenho limites para caminhar
  - b. Caminho mais que 2 km
  - c. Caminho entre 1 e 2 km
  - d. Não consigo
4. Ao subir / descer escadas
  - a. Não tenho dificuldade
  - b. Sinto um pouco de dor ao descer
  - c. Sinto dor ao descer e ao subir
  - d. Não consigo
5. Ao agachar
  - a. Não tenho dificuldade
  - b. Sinto dor após agachamentos repetidos
  - c. Sinto dor a cada agachamento
  - d. Somente agacho com diminuição de meu peso (me apoiando)
  - e. Não consigo
6. Ao correr
  - a. Não tenho dificuldade
  - b. Sinto dor após correr mais do que 2 km
  - c. Sinto dor leve desde o começo
  - d. Sinto dor intensa
  - e. Não consigo
7. Ao pular/saltar
  - a. Não tenho dificuldade
  - b. Tenho um pouco de dificuldade
  - c. Sinto dor constante
  - d. Não consigo
8. Ao sentar com os joelhos flexionados/dobrados por período prolongado
  - a. Não tenho dificuldade
  - b. Sinto dor para me manter sentado após ter realizado exercícios
  - c. Sinto dor constante
  - d. A dor faz com que necessite estender (esticar) os joelhos de tempos em tempos
  - e. Não consigo
9. Dor
  - a. Nenhuma
  - b. Leve e ocasional
  - c. A dor atrapalha o sono
  - d. De vez em quando é intensa
  - e. Constante e intensa
10. Inchaço (edema)
  - a. Nenhum
  - b. Após esforço intenso
  - c. Após atividades diárias
  - d. Toda noite
  - e. Constante
11. Movimentos anormais (subluxação) e doloridos da rótula (patela)
  - a. Não ocorre
  - b. Ocorre ocasionalmente durante atividades esportivas
  - c. Ocorre ocasionalmente durante atividades diárias
  - d. Já tive pelo menos um deslocamento
  - e. Já tive mais que dois deslocamentos
12. Atrofia da coxa (tamanho da coxa)
  - a. Nenhuma alteração do tamanho da coxa
  - b. Leve alteração do tamanho da coxa
  - c. Severa alteração do tamanho da coxa
13. Sente dificuldade para flexionar/dobrar o joelho?
  - a. Nenhuma
  - b. Leve
  - c. Muita

(DA CUNHA et al., 2013)

## ANEXO C – Questionário Do índice de função (QIF)

### QUESTIONÁRIO DO ÍNDICE DE FUNÇÃO (QIF – FIQ)

Você apresenta atualmente algum problema relacionado com seu joelho:

( ) direito ( ) esquerdo

1. Caminhar cerca de 1.600 metros

Não consigo ( )      Consigo com dificuldade ( )      Nenhuma dificuldade ( )

2. Subir dois lances de escadas (aproximadamente 16 degraus)

Não consigo ( )      Consigo com dificuldade ( )      Nenhuma dificuldade ( )

3. Agachar

Não consigo ( )      Consigo com dificuldade ( )      Nenhuma dificuldade ( )

4. Ajoelhar

Não consigo ( )      Consigo com dificuldade ( )      Nenhuma dificuldade ( )

5. Sentar por longos períodos com seus joelhos dobrados/flexionados na mesma posição

Não consigo ( )      Consigo com dificuldade ( )      Nenhuma dificuldade ( )

6. Subir quatro lances de escada (aproximadamente 32 degraus)

Não consigo ( )      Consigo com dificuldade ( )      Nenhuma dificuldade ( )

7. Correr uma distância curta, cerca de 100 metros (aproximadamente a distância de um campo de futebol)

Não consigo ( )      Consigo com dificuldade ( )      Nenhuma dificuldade ( )

8. Caminhar por uma distância curta (cerca de um quarteirão)

Não consigo ( )      Consigo com dificuldade ( )      Nenhuma dificuldade ( )

(DA CUNHA et al., 2013)

## ANEXO D – Escala da intensidade da síndrome da dor patelofemoral (EISDPF)

**ESCALA DE INTENSIDADE DA SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR (EISDF – PSS)**

Para cada atividade, gostaria que você desse uma nota para o quanto de dor no joelho você sentiu na semana passada numa escala de 0 a 10, onde 0 seria nenhuma dor e 10 seria pior dor possível. Caso alguma das questões não se aplique, como, por exemplo, não conseguir executar a tarefa por muita dor, ou que não esteja relacionado ao seu dia-a-dia, marcar a opção “**não se aplica.**”

1. Ao subir escadas

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

2. Ao agachar

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

3. Ao caminhar

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

4. Ao correr moderadamente (trotar)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

5. Ao correr muito rápido

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

6. Ao praticar uma atividade esportiva

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

7. Ao sentar com os joelhos dobrados/flexionados (por 20 minutos)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

8. Ao ajoelhar-se (independente da duração)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

9. Pior dor em repouso/dormindo

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

10. Pior dor ao descansar após atividade

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

nenhuma dor pior dor possível  
**( ) não se aplica**

(DA CUNHA et al., 2013)

## ANEXO E - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DA MUSCULATURA DO CORE EM MULHERES COM SÍNDROME DA DOR PATELOFEMORAL.

**Pesquisador:** Heloyse Uliam Kuriki

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 87988518.6.0000.0121

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Catarina

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.695.049

#### Apresentação do Projeto:

Apresentação do Projeto:

Trata o presente projeto, "Influência da musculatura do core em mulheres com síndrome da dor patelofemoral", de uma pesquisa apresentada pela Dra. Heloyse Uliam Kuriki, que assina a folha de rosto como pesquisador responsável, juntamente com a Prof. Ione Schneider, Chefe do Departamento de Ciências da Saúde, Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde/UFSC/Campus Araranguá. Trata-se de um ensaio clínico randomizado que pretende avaliar a eficácia de diferentes tipos de exercícios sobre a ativação dos músculos posturais, do quadril e do joelho e sua relação com a melhora clínica dos sujeitos. A pesquisa será realizada no Laboratório de Avaliação e Reabilitação do Aparelho Locomotor. Serão recrutadas 30 participantes do sexo feminino com dor patelofemoral, com idade entre 18 e 35 anos, que serão divididas aleatoriamente em 3 grupos, sendo que em cada grupo será utilizado um protocolo de intervenção, a saber: fortalecimento do joelho, fortalecimento do quadril e fortalecimento do core. As intervenções serão realizadas por pesquisadores cegos quanto à avaliação, três vezes por semana durante 12 semanas. Ao final das intervenções serão feitas avaliações clínicas e eletromiográficas.

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br